



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Economia
Marco Biagi

DEMB Working Paper Series

N. 166

I sistemi produttivi in Italia tra globalizzazione e digitalizzazione

Luca Bonacini¹, Silvia Fareri¹, Sergio Paba², Giovanni Solinas³

March 2019

¹ University of Modena and Reggio Emilia, Marco Biagi Foundation

E-mail: luca.bonacini@unimore.it

E-mail: silvia.fareri@unimore.it

² University of Modena and Reggio Emilia, Department of Economics Marco Biagi

Address: Viale Berengario 51, 41121, Modena, Italy

E-mail: sergio.paba@unimore.it

³ University of Modena and Reggio Emilia, Department of Economics Marco Biagi and

CAPP, Center for the Analysis of Public Policies

Address: Viale Berengario 51, 41121, Modena, Italy

E-mail: giovanni.solinas@unimore.it

I sistemi produttivi in Italia tra globalizzazione e digitalizzazione

Luca Bonacini, Silvia Fareri, Sergio Paba e Giovanni Solinas

*Dipartimento di Economia Marco Biagi
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia*

Abstract:

Italy, like other advanced economies, is in the midst of a profound transformation of the production system. At the heart of these processes are two long-term shocks: exposure to competition from emerging and newly industrialized countries and exposure to new digital technologies (ICT and robots). These clusters of technologies have pervasive effects that embrace, with varying intensity, a plurality of economic activities, in industry and services. The purpose of this work is to estimate the impact of the digital revolution and artificial intelligence on employment levels by comparing these effects with those deriving from exposure to imports from low wages countries. Starting from the works of Acemoglu and Restrepo (2017) for the United States and Dauth, Findeisen, Suedekum and Woessner (2017) for Germany, an empirical analysis of the impact of digitalization and globalization on the employment dynamics of the Italian local labour markets (SLL) is proposed. To this end, a database has been built that unifies the structural data on ISTAT SLLs for the period 1991-2011 with data on robots from IFR (*International Federation of Robotics*). The database integrated the data on investments in ITC technologies, provided by EU-KLEMS, the data relating to the trade flows of WITS (*World Integrated Trade Solution*, World Bank) and, lastly, *Comtrade* (UN) data. The analysis highlights two results. The first result is that, in the recent history of Italian economic development, the fall in manufacturing employment is due to a much greater extent to competition from emerging and newly industrialized countries compared to the digitization process. The second result is that both in relation to digitization and in relation to globalization the effects on the whole country are far from homogeneous. The effects are spread across the territory according to the different exposure and the different characteristics of the local productive system that suffer the two shocks. In this sense, SLLs are the necessary tool to understand who wins and who loses.

Key words: Robots, ICT, Globalization, Local Labor Markets, Industrial Districts, Italy.

JEL Classification: F16, F66, L60, L80, O33, R12.

Address for correspondence

Sergio Paba, Dipartimento di Economia Marco Biagi, Viale J. Berengario 51, 41121 Modena (Italy); e-mail: giovanni.solinas@unimore.it

Giovanni Solinas, Dipartimento di Economia Marco Biagi, Viale J. Berengario 51, 41121 Modena (Italy); e-mail: giovanni.solinas@unimore.it

Executive summary

In the last twenty-five years, three main shocks have affected the advanced economies, with important consequences for work, production and economic growth. The first relates to technological changes in manufacturing associated with robots and the so-called Fourth Industrial Revolution. The second, which anticipated and is partly connected to the first, concerns investments in new information and communication technologies (ICT) and the development of intelligent software applied both to industry and, to a greater extent, to many service activities. The third is the strong competitive pressure in international markets from many low-cost emerging countries -especially China and other Asian and Eastern European countries- which have changed the geography of world production and trade flows, often within global value chains.

Several recent works have tried to estimate the impact of these three shocks on the labour market. Two papers are particularly interesting for the objectives of our study. The first is the seminal contribution of Acemoglu and Restrepo (2017). The second, inspired by the former, is the work by Dauth, Findeisen, Suedekum and Woessner (2017). The novelty of these contributions is the choice of the local labour markets as a geographic unit of analysis. The idea is that most of the adjustments to technological and economic shocks take place at local level, depending on the specific production, institutional and social characteristics of the local labour systems.

Acemoglu and Restrepo estimate the impact of industrial robots on employment for the 722 US *Commuting zones* from 1990 to 2007, controlling for the imports from China and Mexico and the role of IT capital. The results show a significant job replacement by robots in the observed period. In particular, up to 670 thousand workers lost their jobs, about 6.2 employees for each robot introduced. By applying the same methodological approach to Germany, Dauth et al. (2017) achieve more encouraging results. The authors study the effects of exposure to robots of the 402 local labour markets in the period 1994-2014. The analysis takes into account the impact of trade with Eastern Europe and China and the role of ITC capital. The authors find that, on average, each robot substitutes two manufacturing workers, significantly less than in the US case, for a total of 275,000 jobs lost in the period considered. However, the reduction in manufacturing employment is fully compensated by the increase in employment in the tertiary sector. The robots therefore seem to influence more the composition rather than the aggregate level of employment.

Building on this literature, our paper studies the impact of robots, investments in ICT, and competitive pressure from low-cost countries on the employment growth of the 686 local Italian labour systems during the 1991-2011 period. To date, this is the first systematic study at this territorial level for Italy.

The heart of the analysis is the construction of appropriate indicators of local exposure to the three shock variables: robots, ICT investments, trade with low-cost countries. The methodology adopted is

similar to that proposed by Dauth et al. (2017). According to this approach, the variation of the shock variables in the period considered is normalized by total employment in the local system, instead of the national sectoral employment, as in Acemoglu and Restrepo (2017). The implication is that, for each sector, the impact of a given variation of the shock variables will be stronger the greater the weight of that sector on the overall employment of the local system. We consider this approach more suitable for assessing the consequences of the shocks at the level of local systems.

We use census data from ISTAT for employment data and local labour markets. Robot data are provided by the International Federation of Robotics (IFR). The source of data on ICT investments is UE-KLEMS. Trade data comes from two databases: World Integrated Trade Solution (WITS) and *Comtrade*.

To analyse the influence of robots and other variables of interest on the growth of employment in Italian local labour systems, we estimate a simple OLS model, following very closely the methodology used by Acemoglu and Restrepo and Dauth *et al.* Compared to these works, our specification contains an important novelty. We control for different types of local systems, with the idea that local characteristics are crucial for understanding the dynamics of adjustment to shocks. We refer to two main classifications of local systems developed by ISTAT. The first relates to the division of local systems into three main classes with no reference to the size distribution of firms. These are: (i) systems without manufacturing specialization (urban systems, systems with a tourist or agricultural vocation, systems without any specialization); (ii) "Made in Italy" systems specialized in the "light" industries (fashion, furniture, agri-food, jewellery, but also machine tools); (iii) systems specialized in "heavy" manufacturing (automotive, engineering, petrochemical and pharmaceutical, building materials). The second classification refers to the notion of industrial districts, whose main feature is the widespread presence of small and medium-sized enterprises. ISTAT distinguishes between four main classes of industrial districts according to the industry specialization: fashion, mechanics, other districts, and the large class of local systems that do not have the characteristics of a district ("Non-districts"). In the empirical analysis and to some extent, these classifications replace the controls based on demographic and production structure variables (education, age, gender, immigration, manufacturing quota) normally used in the related literature. In fact, many of these variables are considered in the socio-economic characteristics of the different types of local systems (see the large Italian literature on the subject).

The first result that emerges from the regression analysis is the absence of negative effects of robots on local employment. This finding is in contrast with the conclusions of Acemoglu and Restrepo (2017) for the United States, who found a strong job replacement effect by robots in manufacturing, not compensated by job growth in other sectors. Our result is more similar to the findings of Dauth *et al.* (2017) for Germany, who find no evidence of an overall negative impact of robots on the employment of local systems. However and contrary to them, we do not find any negative effect of robots also in the case of manufacturing employment.

Robotization has positive effects on non-district systems, especially fashion and mechanical districts. In the latter case, the districts that invested more in robots have increased employment compared to those technologically more backward. The positive relationship between robots and employment is particularly strong and robust in the first ten years of the analysed period (1991-2001). This suggests that the robots used in Italy were probably part of a more general technological renewal and restructuring of firms with no harm to employment, quite far from the effects associated with the Fourth Industrial Revolution and the latest generations of

technologies and machinery. Another possible explanation of this result is to be found in the particular territorial distribution of Italian industry, which is concentrated in the richest and most dynamic areas of the North and part of the Centre of the country. In these territories the exposure to robots is greatest. However, even in case of negative shocks on manufacturing, these local systems find the necessary resources to increase employment in other sectors, including services related to business activities.

The control over the types of local systems used in the regressions suggests that robots have contributed to the growth of mechanical districts and non-district systems, presumably those characterized by medium-large enterprises. The positive dynamics of the “Other” districts do not seem associated with the effects of robotization.

In the works of Acemoglu and Restrepo and Dauth *et al.* there is no trace of any negative effect of ITC capital on the employment of local systems, but there is also no evidence of positive and statistically significant effects. Our results tell a partially different story. All other conditions being equal, local systems that invest the most in ICTS seem to be growing at a faster pace. It is not a particularly strong or robust result, but there is some indication of a positive effect. In the case of non-manufacturing employment only, the impact appears more significant.

The third and most robust result of our econometric analysis concerns the impact of trade with low-cost emerging countries. In all regressions, the coefficient of this variable is always negative, robust and significant at 1%. This result is driven by a main protagonist: China. Eastern Europe, on the contrary, where several productions were de-localized by Italian companies in the reference period, represents more an opportunity than a threat to our industry. The trade balance is in fact positive for most sectors, and this explains why there is no statistically significant impact on employment, even when this is estimated only for manufacturing.

Our results are consistent with the findings of Autor, Dorn and Hanson (2013) for the United States. In the case of Germany, on the contrary, exposure to trade with China and Eastern Europe has a positive effect on local growth (Dauth *et al.* 2017; Dauth *et al.*, 2014). Germany is a large exporter of medium-high technology products and does not have specializations in the sectors most easily subject to cost competition from emerging countries. Even with China, the trade balance does not present a significant imbalance as in the case of Italy or the United States. Emerging countries are a valuable export market for German industry, a result that Italian industry is still struggling to achieve.

*“To err is human, to real foul things up requires a computer
(detto popolare citato in Richard Baldwin 2019, p. 57)”*

1. Introduzione

In questo saggio si presentano i primi risultati di una ricerca sugli effetti della introduzione dei robot, della diffusione dell’ICT e sulla esposizione all’import da parte dei paesi emergenti e di nuova industrializzazione sulla economia italiana e, in particolare, sui Sistemi locali del lavoro, nel periodo nel ventennio 1991-2011. Si studiano, in altre parole, gli effetti di due grandi shock prolungati nel tempo – la globalizzazione dei mercati e la digitalizzazione dell’economia – sulla occupazione nei Sistemi locali del lavoro e dei distretti industriali. L’attenzione è soprattutto al confronto tra Italia e Germania, i due paesi Europei più rilevanti in termini di occupazione manifatturiera (e di diffusione dei robot), mantenendo sullo sfondo gli Stati Uniti. Gli aspetti metodologici dell’indagine verranno presentati nei paragrafi che seguono. In sede introduttiva è utile mettere a fuoco le domande (o almeno alcune di esse) che fanno da cornice alla ricerca proposta.

Il punto di partenza forse più utile è domandarsi, come fa Richard Baldwin in un recente volume: “È tutto come è stato?”. La Quarta Rivoluzione Industriale (4IR), the *Globotics transformation*, come egli la denomina, ha caratteristiche, seguirà un percorso e avrà esiti in qualche modo comparabili con le precedenti e, in particolare, con la *Grande Trasformazione*, come ebbe a denominarla Karl Polanyi? “*In the early 1800s, globalization boosted innovation in ways both simple and subtle. Exports lifted the constraints imposed by the size of the domestic market and this boosted the demand for innovation. Selling to the world market also encouraged industries to concentrate geographically and this boosted the other side of the equation. With lots of people in the same place thinking about the same problems, the supply of innovative ideas rose (NdA: is perhaps Marshall around!!). In short, innovation got easier just as selling to the world market made it more profitable. This is how the dynamic duo — automation and globalization — ignited the “bonfire” of modern growth*” (Baldwin 2019, p. 29). Sui costi sociali di questo processo sono state scritte migliaia di pagine. Ma forse, con occhiali non particolarmente attenti alle differenze, si può concludere con Baldwin che “*the result was a virtuous, self-reinforcing cycle of innovation, industrialization, and rising incomes*” (ibidem, p. 47).

È ancora così? Andrà così? Molte cose non le sappiamo. È assai azzardato pronunciarsi su processi che, certamente, per manifestarsi pienamente, richiederanno ancora tempo. Infatti, anche se fosse legittimo presumere (e non lo è) che l’automazione dei processi industriali, iniziata negli anni Settanta, sia andata sufficientemente avanti da mostrarne il profilo futuro, non è certamente così per i servizi. È, invece, proprio nei servizi che oggi, nelle economie avanzate, si assiste alla diffusione congiunta di “*white collar robots*” e dei processi digitalizzati.

La globalizzazione dei mercati, la adozione dei robot e la diffusione dell’ICT sono processi convergenti, di grande forza, e che data la natura del progresso tecnico si autoalimentano: a muoversi, prima ancora delle merci e del lavoro, sono le idee. “*ICT lowered the cost of moving ideas even faster than steam had lowered the cost of moving goods*” (Baldwin, 2016, p. 62). Insieme ai beni e agli impianti per produrli i paesi sviluppati esportano la capacità di farli. Per converso, il lavoratore occidentale difende oggi il suo posto lavoro da *software*, algoritmi e macchine spesso pensati altrove e da lavoratori lontani migliaia di chilometri.

Ci sono molti possibili tipi di globalizzazione a seconda del modo in cui vengono scelti i partecipanti, del modo in cui vengono definite le regole del gioco (a partire dagli standard definiti sui prodotti e sull'esercizio del lavoro), a seconda degli interessi che vengono privilegiati e delle conseguenze che ne derivano per i singoli attori in termini di esiti distributivi, a seconda, infine, dei margini lasciati alle politiche nazionali (Rodrik, 2015 e 2019). Già Paul Samuelson, al quale forse si deve la prima formulazione rigorosa del principio ricardiano dei vantaggi comparati, in un noto saggio del 2004, sottolinea che l'apertura agli scambi internazionali genera benefici per tutti solo con certe combinazioni di salari e produttività nei paesi coinvolti e quando segue certi profili temporali. Altrimenti, inevitabilmente, qualcuno vince e qualcun altro perde.

Ciò che contraddistingue questi processi è la scala spaziale e temporale, la velocità dei processi e la loro diffusione. Se i flussi di commercio e di lavoro possono essere soggetti a diversa regolamentazione, assai meno controllabile, almeno nel breve termine, è la dinamica della popolazione. Prima degli anni Settanta, nei sistemi economici aperti al commercio e agli investimenti esteri, il mercato del lavoro poteva contare su un miliardo di lavoratori, considerando sia gli occupati sia le persone in cerca di lavoro. “All’inizio del nuovo secolo, quel miliardo è diventato un miliardo e mezzo. Poi, con l’ingresso nell’economia mondiale della Cina e dell’India e dei paesi della ex Unione Sovietica, alla cifra precedente si è aggiunto un altro miliardo e mezzo di persone. Una forza lavoro per l’economia globale che, nell’arco di pochi decenni, si è addirittura triplicata” (Standing, 2012, p. 51 e Freeman, 2005). La Cina, in particolare, entra sui mercati mondiali con produzione a basso valore aggiunto e con una forte dipendenza tecnologica dalle economie a maggiore industrializzazione. In poco più di un decennio si caratterizza come manifattura competitiva e sostenuta da una importante struttura scientifica in grado di promuovere lo sviluppo industriale anche nelle alte tecnologie (Freeman e Huang, 2015 e Freeman e Xie, 2018). Non può quindi sorprendere che la integrazione dei mercati oggi sia assai più estesa di quanto lo fosse cento anni fa, negli anni che precedono il primo conflitto mondiale (Bordo et al., 1999).

La dimensione della scala spaziale e temporale è forse ancora più rilevante per i grappoli di tecnologie coinvolti nella automazione e nella digitalizzazione della economia. I microchip vennero introdotti nei calcolatori elettronici nei primi anni Settanta. Mezzo secolo dopo si discute sulle modalità di utilizzo dei *cobot* nei processi produttivi e ci si interroga sui limiti intrinseci (o da imporre) agli algoritmi e ai *software* in grado di mimare alcuni tipi di intelligenza umana. “I computer grazie alle tecniche usate nei *big data*, imparano dall’esperienza attraverso il *deep learning*, [e] fanno in pochissimo tempo ciò che, grazie all’evoluzione, la mente umana ha appreso a fare in milioni di anni: sono in grado di sviluppare algoritmi evolutivi” (Bodei, 2019, p. 311).

Di questo andamento esplosivo, le leggi sulla evoluzione temporale della capacità di calcolo dei microchip (Gordon Moore), sulla velocità di trasmissione dei dati (George Gilder), sugli effetti di rete (Robert Metcalfe) e sul valore di mercato di nuove combinazioni di informazioni e componenti digitali che singolarmente ne sono privi (Hal Varian) concorrono a dare spiegazione.

Oggi, come un secolo fa, tra gli economisti non vi è accordo sulla portata degli effetti di compensazioni e sugli effetti del progresso tecnico sulla occupazione (Pini, 1991; Paba e Solinas, 2018, Bonifati, 2020). “Ad un estremo dello spettro troviamo i tecno-ottimisti, certi che ci troviamo all'alba di una nuova era in cui gli standard di vita dell'intero pianeta cresceranno più rapidamente che mai. All'estremo opposto ci sono i tecno-pessimisti che, di fronte a statistiche di produttività deludenti, giungono alla conclusione che i benefici apportati alla sfera economica dalle nuove tecnologie resteranno limitati. Poi ci sono quelli — i tecno-apprensivi? — che concordano con gli

ottimisti in merito alla scala e alla portata dell'innovazione, ma temono le conseguenze negative in termini di occupazione o uguaglianza" (Rodrik, 2019, pp. 149-150).

Il dato certo è che la duplice azione di digitalizzazione e integrazione dei mercati ha innescato un processo di cambiamento di enorme portata. In tutti i principali paesi industrializzati, nello stesso volgere di tempo la manifattura, subisce un ridimensionamento drammatico: tra il 1970 e il 2010 negli Stati Uniti e nel Regno Unito la quota dell'occupazione manifatturiera a fine periodo si attesta intorno al 10%, partendo da valori iniziali superiori al 30; in Germania l'occupazione manifatturiera si dimezza (dal 40 al 20%); in Giappone perde 10 punti (dal 27 al 17%), in Italia poco meno 8 punti (dal 28 al 20%). La gran parte della contrazione si concentra dopo il 1990. In un periodo di rapida crescita della produzione manifatturiera, l'insieme dei paesi del G7 passa da una quota aggregata sul commercio mondiale di manufatti pari al 65% al 47% nel 2010. Durante la prima rivoluzione industriale occorsero 58 anni al Regno Unito per raddoppiare il proprio prodotto interno (dal 1780). Alla Cina ne sono bastati 8 (dal 1987 al 1995) (Frankel, 2016, pp. 43-44).

Come è noto, la crescita della produttività dovuta alla innovazione tecnologica può essere vanificata da una mobilità del lavoro verso i settori meno produttivi del sistema economico. Il 'cambiamento strutturale che riduce la crescita' "risulta possibile in presenza di un netto dualismo tecnologico nell'economia, e quando le attività più produttive non riescono a espandersi con sufficiente rapidità" (Rodrik, 2019 p. 152 e Vollrath, 2016). Il calo della occupazione manifatturiera in Italia, che diventa marcato, con qualche ritardo rispetto ai maggiori paesi industrializzati, dalla seconda metà degli anni Novanta in poi viene interpretato in questa chiave.

La lettura prevalente che di questi processi viene data in Italia è, per taluni aspetti, singolare. Dalla seconda metà degli anni Novanta il sistema industriale palesa segni inquietanti di rallentamento: le grandi imprese assumono un ruolo sempre più marginale nella manifattura, le quote di export sul commercio mondiale diminuiscono, la produttività è stagnante. Dopo due decenni nei quali l'industria nel suo complesso aveva creato poco meno di due milioni di posti di lavoro, emergono andamenti che sono chiara evidenza di gravi problemi strutturali dell'economia italiana.

In questa sede non è possibile una discussione articolata di una riflessione, ricca di sfumature, che, nata allora, prosegue ancora. Vi è un elemento, tuttavia, che è necessario sottolineare. La chiave interpretativa più diffusa emerge in due fatti editoriali, oggi sfumati dal tempo, ma che ebbero un grande rilievo. Il primo è la pubblicazione nella rivista *il Mulino*, nel n. 6 del 2003, di brevi analisi sulle cause della crisi (segnatamente quelle di Faini, di Trento e di Vaciago) a cui fa seguito, nella stessa rivista, un successivo saggio di Grillo (2004). Il secondo è la pubblicazione nel 2004 nella *Rivista italiana degli economisti* (supplemento al n. 1) dei contributi presentati nella sessione plenaria della Società Italiana degli Economisti, tenutasi nell'autunno precedente (tra gli altri, per quel che qui rileva, Ciocca, Toniolo, De Cecco, Bianchi). Entrambi gli eventi segnano l'affermarsi di un punto di vista. La Banca d'Italia, infatti, fa da cassa di risonanza con la Relazione finale del Governatore del 2003. Si aggiungono, in un breve volgere di tempo, collettanee, saggi e monografie di sociologi, storici economici e economisti che ripropongono, con poche varianti e sostanzialmente con le stesse argomentazioni, le medesime tesi (Gallino, 2003; Berta, 2004; Nardozi, 2004; Toniolo e Visco, 2004; Faini e Sapir, 2005; ai quali fanno seguito Rossi, 2006; Saltari e Travaglini, 2006; Gallo e Silva, 2006; Ciocca, 2007 e, più di recente, Felice, 2015; Giunta e Rossi, 2017; Di Martino e Vasta, 2018; Felice e Pagano, 2019 e altri ancora).

A rischio di una semplificazione eccessiva, la tesi di fondo può essere riassunta come segue: la causa del circolo vizioso, del declino, che avviluppa l'economia italiana è, nella sostanza, assai semplice: imprese troppo piccole e con le specializzazioni sbagliate. Ovviamente la dimensione può

essere un problema e le specializzazioni possono essere un problema. Ma tant'è. La globalizzazione che sta sconvolgendo la divisione del lavoro mondiale entra nel quadro principalmente come incapacità delle piccole imprese (e dei sistemi di piccola impresa) di raggiungere mercati lontani e in crescita. L'ondata impetuosa dell'automazione e del progresso tecnico che sta cambiando i processi industriali su scala planetaria e, con essi, il volto della manifattura nelle economie sviluppate, entra come l'incaponirsi di imprenditori mediocri su un vantaggio comparato oramai obsoleto: le specializzazioni tradizionali del *made in Italy*, appunto. L'aspetto in qualche misura paradossale (e forse perfino un filo provinciale) è che, a fronte di un mondo in cui sono in corso trasformazioni epocali e a una società (prima ancora che a una economia) nella quale vengono al pettine problemi di lunghissimo periodo (connessi alla organizzazione istituzionale e al sistema politico, prima ancora che all'economia), ci si concentra sui limiti (tutti veri) dei sistemi di piccola e media impresa. Anziché riconoscere e difendere il ruolo ai distretti industriali si chiede loro di fare ciò che strutturalmente non sono in grado di fare ed è forse compito di altri soggetti fare: la crescita veloce, l'innovazione epocale, il governo dei mercati globalizzati. Irrilevante che i distretti industriali e le medie imprese del "Quarto capitalismo" in essi incastonate contino allora (e oggi) all'incirca per i tre quarti della produzione manifatture e che a loro si debba buona parte dell'attivo della bilancia commerciale (Coltorti et al., 2013). Il fallimento della grande impresa, privata e pubblica, diviene il fallimento dei lavoratori autonomi, degli artigiani e dei piccoli imprenditori dei distretti industriali: "la vitalità dei soggetti singoli, alla base del successo della piccola impresa non è più la cifra dello sviluppo" – ricorda sapientemente Berta (2004, citato in Battilani e Mauri, 2019, p. 163). Colpisce la parzialità e, in qualche modo "l'introversione", della chiave di lettura. E colpisce la disinvoltura con la quale viene buttato alle ortiche quanto si era faticosamente imparato su taluni vantaggi competitivi della manifattura italiana. I sistemi locali di piccole e medie imprese e i distretti industriali finiscono in un cantuccio. Con essi quei grani di saggezza che suggeriscono che la dimensione in sé, senza riferimenti ai rapporti proprietari, alle relazioni tra imprese e soprattutto al livello di integrazione verticale, è un concetto vuoto. Con essi, soprattutto, scompaiono i *luoghi*. Quando poi ci si voglia riferire a effetti di distretto si parla, di volta in volta, di economie di agglomerazione, di catene del valore, di filiere, di reti, e, ultimo arrivato, di ecosistemi, spesso confondendo tra loro queste diverse nozioni. In questa prospettiva, ricordare che i distretti industriali, come le grandi imprese, non seguono affatto il medesimo percorso evolutivo è considerato un sofisma analitico dal quale l'economista per bene non dovrebbe lasciarsi confondere. L'impresa, spesso decontestualizzata, torna ad essere, per i più, il riferimento primo dell'analisi. Queste posizioni non esauriscono il panorama frastagliato e composito del dibattito sulla economia italiana nelle ultime due decadi. Per lungo tempo e tutt'oggi, purtroppo, a danno di riflessioni più complesse e articolate, e più utili per una seria discussione di politica economica, ne marcano i confini.

L'economia Italiana nel nuovo millennio è certamente in una crisi ancor più marcata di quanto lo fosse nella seconda metà degli anni Novanta. Negli ultimi dieci anni il prodotto interno è cresciuto meno che in tutti i grandi paesi occidentali (di circa il 2% contro un valor medio di circa il 17% per l'insieme dei paesi dell'Unione Europea). Cresce in modo rilevante l'occupazione a tempo determinato; le ore lavorate sono ancora al di sotto di quanto lo fossero prima che la crisi si manifestasse in Italia (2007); la produttività continua a ristagnare; è proseguita, in modo più accentuato che in altri paesi sviluppati, la contrazione della manifattura, senza che tale processo fosse compensato dalla crescita dei servizi.

Nello stesso periodo, anche i distretti industriali e i sistemi locali di impresa sono cambiati. In molti modi. (Signorini e Omiccioli, 2005; Omiccioli, 2013; Bellandi e Caloffi, 2014;). Divengono più gerarchici: emergono imprese leader capaci di imporre standard, tempi e condizioni di fornitura (R&I 2011 e 2017; Bigarelli, 2013). Le tradizionali forme di coordinamento, parzialmente costituite da pratiche consuetudinarie, vengono sostituite da una maggior diffusione dei legami proprietari al fine di ottenere "una maggiore concentrazione nel controllo dell'output finale e dei processi di investimento e di innovazione lungo la filiera produttiva" (Bianchi et al, 2005; Cainelli e Jacobucci

2005). Fanno il loro ingresso in misura importate e anche nei sistemi locali più sviluppati le multinazionali di altri paesi (Biggiero, 2002; De Propis et al., 2005; Mosconi, 2012; Giardino e Solinas, 2019). Non di rado si cerca una via di fuga nella delocalizzazione nei paesi a basso costo del lavoro (Tattara et al., 2006); in altri nella maggiore qualità dei prodotti (Solinas, 2006). Contestualmente, in particolare negli anni della crisi (2008-2014) si assiste a una vera moria di piccole imprese di subfornitura anche nei sistemi locali avanzati, elemento che forse più tutti segna una modifica nella struttura produttiva e la scomparsa di taluni distretti. Con alcuni elementi positivi: una riorganizzazione delle reti di fornitura che, talora, riescono a proporsi su mercati internazionali; una parziale diversificazione delle forme di garanzia verso il sistema bancario che va oltre le forme consolidate di consorzi fidi; una diffusione a parti importanti dell'apparato produttivo, anche tra le imprese più piccole, delle certificazioni di impresa (incluse quelle relative alla sicurezza e all'ambiente); la adozione, relativamente diffusa anche alle piccole imprese, delle tecnologie abilitanti alla automazione alla digitalizzazione dei processi (Fareri et al., 2019).

Il dato più importante (e dal quale nasce il saggio che si propone di seguito) è che queste trasformazioni — la crisi, la tenuta e in taluni casi perfino crescita della occupazione, della produzione e del valore aggiunto — non sono diffusi sul territorio nazionale nello stesso modo. Né in Italia, né in alcun altro paese avanzato; e neppure è sufficiente una approssimativa distinzione tra i “nord” e i “sud” di queste economie. Come evidenziano i principali studi relativi agli effetti della diffusione dell'ICT e dei robot e all'esposizione alle importazioni dai paesi emergenti, si tratta di fenomeni che agiscono a macchie di leopardo nei “nord” e nei “sud”. I “luoghi”, cacciati dalla porta da economisti frettolosi (italiani), rifanno capolino, con qualche forza, dalla finestra, sulla spinta dei contributi (internazionali) più attenti.

Il saggio si articola come segue. Nel paragrafo 2 si esamina la esposizione dei Sistemi locali del lavoro ai robot, all'ICT e alle importazioni da parte dei paesi di nuova industrializzazione. Nei paragrafi 3 e 4 si presentano le ricerche internazionali sul tema prese a riferimento, soffermandosi sui vantaggi e limiti delle strategie di ricerca adottate. Nei paragrafi 5 e 6 si propone e si stima un modello econometrico. Nel paragrafo 7 si conclude.

2. Alcuni fatti stilizzati su robot, capitale IT e commercio

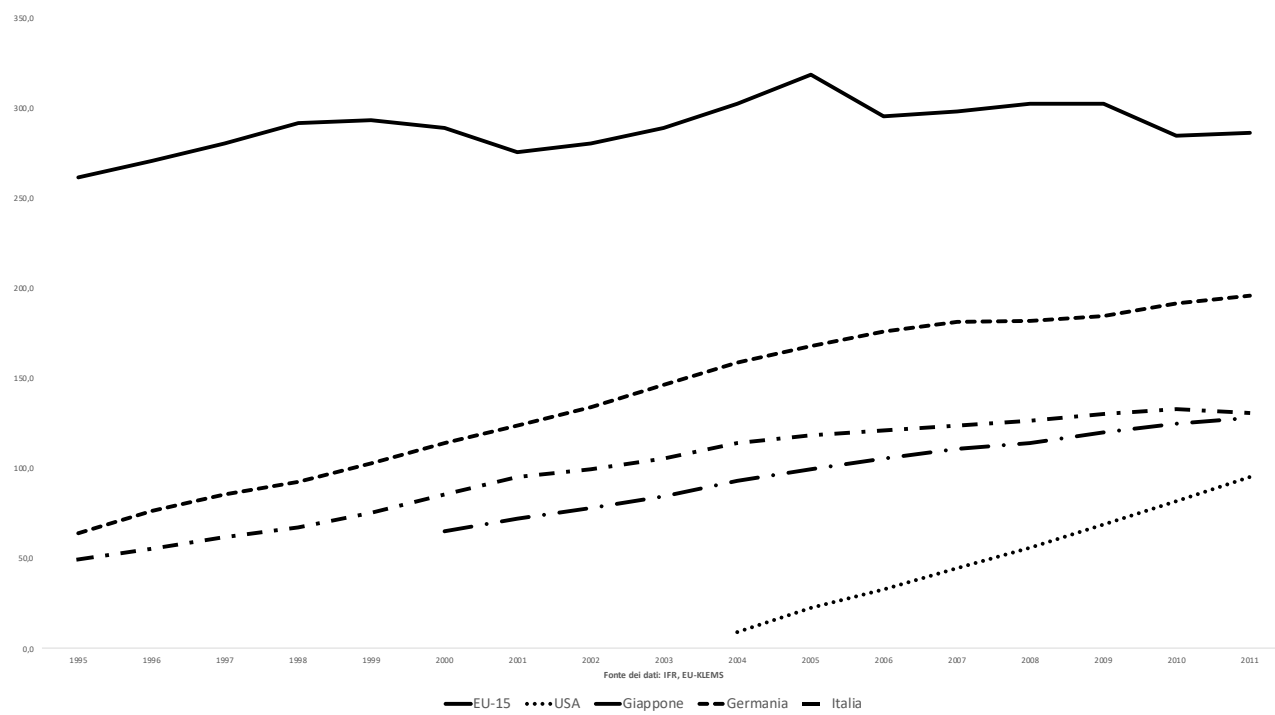
Come si è visto, tre shock principali hanno interessato le economie avanzate negli ultimi 25 anni, con conseguenze importanti sul lavoro, la produzione, la crescita economica. Il primo è relativo ai profondi cambiamenti tecnologici nei processi di produzione manifatturiera associati alla robotica e alla cosiddetta Quarta Rivoluzione Industriale. Il secondo, che ha anticipato ed è in parte collegato al primo, riguarda gli investimenti nelle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione e lo sviluppo di software intelligenti, applicati sia all'industria che, in misura più rilevante, in molte attività dei servizi e del terziario. Il terzo è relativo all'affacciarsi negli scambi internazionali di paesi competitivi sul piano dei costi di produzione e delle capacità industriali, come la Cina e i paesi dell'Est europeo, che hanno mutato la geografia della produzione mondiale e i flussi di commercio spesso all'interno delle catene globali del valore.

2.1 *I robot*

A partire dalla metà degli anni novanta e nei quindici anni successivi, il numero di robot installati, normalizzato per il numero dei lavoratori, è aumentato in maniera costante in tutte le principali

economie avanzate (Fig. 1). Fa eccezione il Giappone, il paese a più alta intensità di robot che partiva già da livelli elevati, che ha registrato una modesta crescita rispetto al 1995. Nello stesso periodo, in Germania il numero di robot per lavoratore è triplicato mentre in Italia è cresciuto di 2,7 volte.

Figura 1. – *Robot per 10000 lavoratori manifatturieri 1995-2011*



La Figura 2 riporta gli andamenti degli stock di robot nella manifattura in Italia. Dai grafici si può vedere come un deciso processo di robotizzazione abbia caratterizzato l'industria più importante, l'*automotive*, almeno fino a metà del primo decennio duemila quando la crescita sembra arrestarsi. Al termine del periodo considerato, l'industria contava 147 robot ogni diecimila lavoratori occupati. Un andamento simile ha interessato il settore della chimica, farmaceutica e plastica, e i settori dei prodotti in metallo e delle macchine industriali, ma con livelli di robotizzazione decisamente inferiori al settore dell'automobile (rispettivamente 33, 21 e 10 robot per diecimila occupati alla fine del periodo). I robot crescono anche nelle industrie tipiche del Made in Italy, come l'alimentare, la ceramica, il legno e mobili, i settori della moda, che presentano tuttavia livelli trascurabili di automazione (robot per addetti).

Come termine di paragone, la Figura 2 riporta anche gli andamenti dello stock di robot nei settori industriali della Germania. Questo paese, infatti, è il principale e più dinamico paese manifatturiero dell'Europa, con una vocazione all'esportazione e un'articolazione settoriale in parte simili a quella dell'Italia. Dal confronto, emergono alcuni aspetti degni di nota. Il primo riguarda il complesso della manifattura. Seppur partiti da livelli paragonabili di intensità dei robot a metà degli anni novanta, il divario si approfondisce costantemente a favore della Germania. Questo non riguarda tanto il settore *automotive*, dove gli andamenti e i livelli sono simili nel periodo considerato, quanto alcuni settori cruciali per la competitività e le esportazioni dell'Italia, come i macchinari industriali e le macchine elettriche.

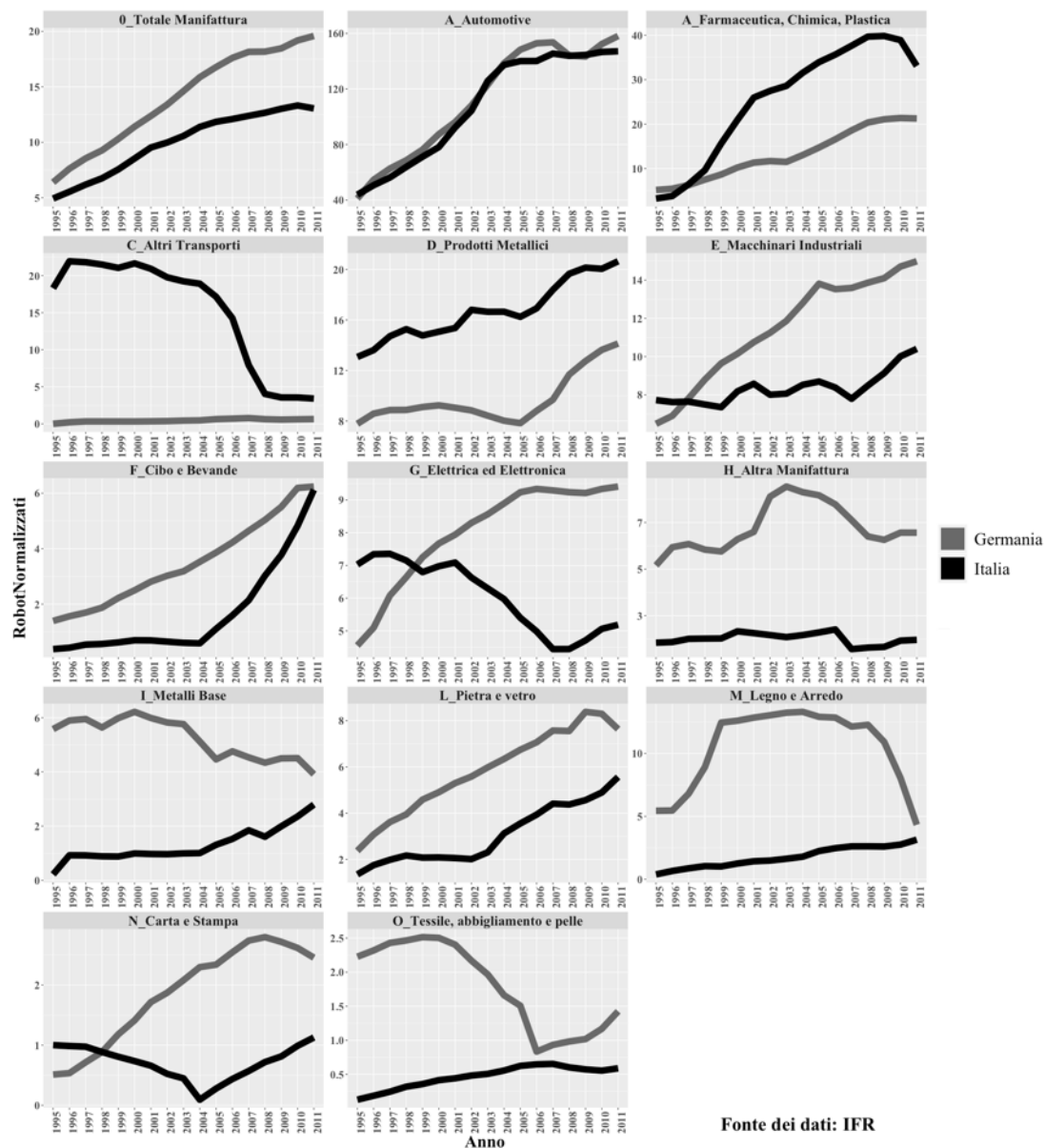
Tabella 1. – *Italia, operational stock di robot per settore (%)*

	1995	2001	2011
A-B-Agricoltura, silvicoltura, pesca	0,0	0,00	0,1
C-Miniere e cave	0,0	0,02	0,0
D- Totale Manifattura	99,5	99,2	86,7
10-12-Alimenti e bevande	0,7	0,7	4,4
13-15-Tessile e abbigliamento	0,5	0,8	0,5
16-Legno e mobili	0,3	0,6	0,8
17-18- Carta	0,9	0,3	0,3
19-22-Prodotti di plastica e chimici	6,5	27,6	21,3
23-Vetro, ceramica, pietra, prodotti minerali	1,4	1,2	1,8
24-28-Metalli	33,3	22,3	18,8
24-Metalli di base	0,3	0,8	1,6
25 Prodotti in metallo (non automobilistici)	19,6	12,8	11,8
28-Macchinari industriali	13,5	8,6	5,3
26-27-Elettrotecnica / Elettronica	9,7	5,1	2,4
29-Automotive	29,8	31,1	31,7
30-Altri veicoli	12,4	7,0	0,7
91-Tutti gli altri rami produttivi	4,0	2,6	1,5
E-elettricità, gas, approvvigionamento idrico	0,0	0,01	0,05
F-Construzioni	0,0	0,01	0,2
P-Istruzione / Ricerca / Sviluppo	0,0	0,2	0,2
Tutte le industrie	100,0	100,0	100,0

Fonte dei dati: IFR

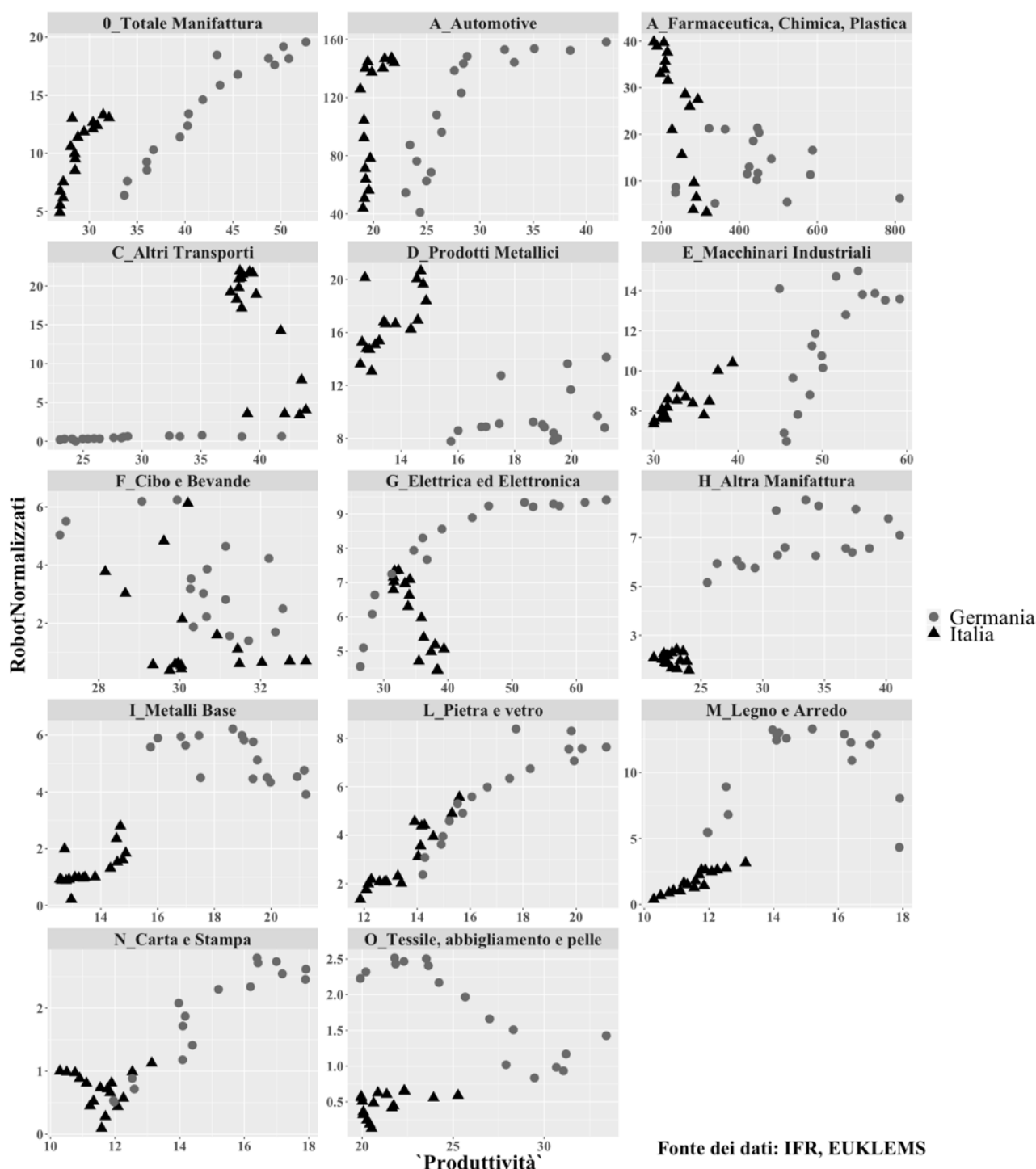
Nella media europea, la grande maggioranza dei robot, pari all'89%, viene impiegata nella manifattura, di cui il 47% nel solo settore dell'automobile (dati IFR, 2011). Seguono i settori metalmeccanici e dei macchinari industriali (15%) e della gomma-plastica (13%). In Italia, il peso relativo dell'*automotive* è più contenuto (32%) e quello dei prodotti metalmeccanici e dei macchinari industriali è maggiore rispetto alla media europea (21% contro 15%) (Tab. 1).

Figura 2. – *Italia e Germania, numero di robot per lavoratore*



Questi andamenti e questi confronti, tuttavia, sono puramente indicativi e dicono assai poco sui reali cambiamenti che l’impiego delle nuove tecnologie automatizzate inducono nel processo produttivo, nella competitività e nell’occupazione dei diversi settori. Dall’impiego dei robot ci si aspetta un aumento dell’efficienza dei sistemi di produzione e della produttività, ma non è affatto detto che ciò avvenga (si veda, a questo proposito, Acemoglu e Restrepo, 2017). O meglio, questo può essere certamente vero per le imprese più innovative e probabilmente più grandi (i dati IFR non danno informazione sulla distribuzione per dimensione), ma l’impatto sul complesso del settore, non solo in termini di efficienza ma anche di occupazione, è più difficile da accertare, soprattutto per settori molto aggregati come quelli qui considerati.

Figura 3. – Robot e produttività (VA per ore lavorate) per Germania e Italia - Settori Manifatturieri (1995-2011)



I dati riportati nella Figura 3, a questo proposito, sono illuminanti. I grafici illustrano la relazione tra l'incremento nel numero dei robot nei diversi settori manifatturieri e l'andamento della produttività, misurata come rapporto tra valore aggiunto e ore lavorate nel periodo considerato (la stessa variabile usata da Graetz e Michaels 2015 e basata su dati EU-KLEMS). Si tratta naturalmente di un esercizio puramente esemplificativo, dato che la produttività di un'industria o di una impresa è influenzata da innumerevoli fattori che hanno a che fare con l'organizzazione produttiva e del lavoro

e con le relazioni industriali, e non solo con le macchine e la tecnologia, di cui peraltro i robot possono rappresentare solo una frazione. Tuttavia, poiché questi stessi dati sono quelli utilizzati dalla letteratura empirica sul tema robot-occupazione, vale la pena tentare qualche commento.

Dal confronto tra le industrie dell'Italia e della Germania, emerge in primo luogo una chiara differenza di comportamento tra i due paesi, con poche eccezioni. A livello della manifattura nel suo complesso, la Germania mostra una relazione netta e positiva tra robot e produttività. In Italia, al contrario, l'aumento rilevante nel numero dei robot non sembra avere un corrispettivo sulla produttività, se non, assai modestamente, negli ultimi anni presi in considerazione.

Guardando ai singoli settori, si può in secondo luogo notare come una chiara relazione positiva tra robot e produttività riguardi solo alcune industrie. Nel caso dell'*automotive*, ad esempio, sia Italia che Germania hanno per un lungo periodo aumentato il numero di robot senza apparenti conseguenze sull'efficienza. Negli ultimi anni, tuttavia, la Germania sembra accrescere decisamente il divario di efficienza con l'Italia.

Quando si registra una relazione positiva, inoltre, la Germania raggiunge più elevati livelli di efficienza. Questo è vero per le macchine industriali, l'industria elettrica ed elettronica, ma anche per i settori più tradizionali, come altra manifattura, editoria e stampa, ceramica e minerali non metalliferi, legno e mobili. Negli altri casi non vi è alcuna apparente associazione tra robot e produttività e talvolta un più elevato numero di robot è addirittura associato a una riduzione dei livelli di efficienza (industria chimica e farmaceutica, altri mezzi di trasporto, tessile e abbigliamento, alimentare).

L'interpretazione di questa evidenza richiede naturalmente molta cautela. In diversi settori i processi di robotizzazione sono ancora limitati e riguardano presumibilmente solo un numero ristretto di imprese che non riescono a condizionare gli esiti complessivi del settore di appartenenza. Ciò che sicuramente si può concludere è che il semplice numero dei robot, almeno per la maggior parte delle industrie, può dire assai poco sul reale impatto nei processi produttivi delle nuove tecnologie. I nuovi macchinari possono sostituire lavoro o altri macchinari senza tuttavia aumentare l'efficienza, o sostituire altri macchinari senza variare l'occupazione (Acemoglu e Restrepo, 2017).

2.2 *Il capitale in attrezzature informatiche, comunicazione e software (ICTS)*

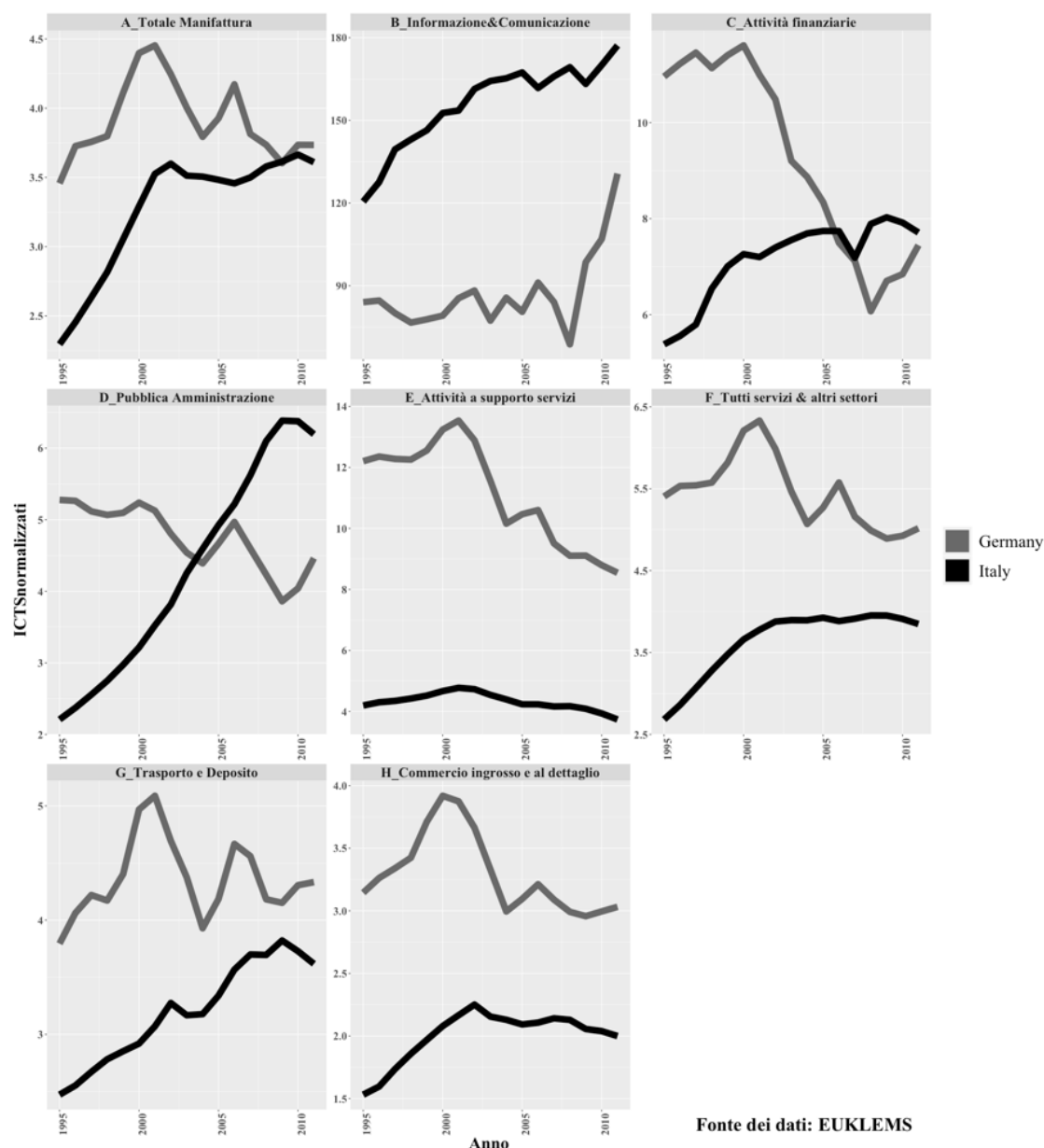
Un altro importante insieme di investimenti in capitale associati ai cambiamenti tecnologici della Quarta Rivoluzione Industriale è relativo alle apparecchiature informatiche e di comunicazione (ICT), al software e ai database. La banca dati EU-KLEMS censisce queste spese per i paesi europei e per USA e Giappone ed è la fonte dei dati qui utilizzati. In particolare, vengono qui accorpati in un'unica voce, ICTS, i dati relativi allo stock di capitale fisso reale a prezzi costanti (2010) per le voci apparecchiature informatiche e di comunicazione, software e database.

Questi investimenti pesano in genere per una cifra contenuta rispetto al totale del capitale (in media meno del 4%), ma rivestono un'importanza cruciale per il cambiamento tecnologico dei settori interessati e per la loro competitività. A differenza dei robot, concentrati essenzialmente nelle attività manifatturiere, in Italia gli investimenti in ICTS riguardano in larga parte il settore dei servizi (circa l'80% del totale, dati 2011, Tabella 2). La quota maggiore (30%) interessa il settore dell'informazione, comunicazione ed editoria, seguono la pubblica amministrazione nel suo complesso (14%) e le attività professionali, tecniche, amministrative e di supporto alle imprese (11%). La manifattura conta solo per circa il 16%. La distribuzione degli investimenti ICTS tra i settori manifatturieri non mostra disparità di rilievo, solo una leggera prevalenza dell'industria elettrica ed elettronica e dei macchinari industriali.

Tabella 2 – Italia, Capital stock in apparecchiature informatiche e di comunicazione, software e database (ICTS) per settore. (%)

		1995	2001	2011
	Totale industrie (A-S)	100,0	100,0	100,0
	Economia di mercato (tutti i settori esclusi L, O, P, Q, T e U)	89,0	89,3	84,8
A	Agricoltura, silvicoltura e pesca	0,2	0,2	0,3
B	Miniere e cave	0,1	0,1	0,1
C	Tutta la produzione	18,2	18,0	15,5
D_E	Elettricità, gas, vapore; approvvigionamento idrico, fognatura, gestione dei rifiuti	3,3	3,0	3,0
F	Costruzione	1,6	1,7	1,7
G	Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di autoveicoli e motocicli	8,8	8,6	7,7
H	Trasporto e stoccaggio	4,4	4,0	4,3
I	Alloggio e attività di ristorazione	2,7	3,0	3,0
J	Informazione e comunicazione	30,5	31,1	30,2
K	Attività finanziarie e assicurative	6,1	5,3	5,5
L	Attività immobiliari	1,1	1,1	1,1
M_N	Attività di servizi professionali, scientifici, tecnici, amministrativi e di supporto	10,5	11,5	10,8
O-Q	Attività di pubblica amministrazione, difesa, istruzione, salute umana e lavoro sociale	9,9	9,6	14,2
O	<i>Pubblica amministrazione e difesa; previdenza sociale obbligatoria</i>	5,5	5,8	8,6
P	<i>Formazione scolastica</i>	1,2	1,1	1,4
Q	<i>Assistenza sanitaria e sociale</i>	3,1	2,7	4,1
R_S	Arte, divertimento, svago; altri servizi e attività di servizio, ecc.	2,4	2,8	2,7
C	Totale Manifattura	18,2	18,0	15,5
C10-C12	Cibo e bevande	1,6	1,6	1,4
C13-C15	Tessile, abbigliamento e pelle	1,7	1,7	1,4
C16-C18	Carta e stampa	1,8	1,4	1,2
C19	Petrolio e carbone	0,2	0,1	0,1
C20_C21	Prodotti chimici e farmaceutici di base	1,5	1,4	1,2
C22_C23	Gomma, plastica, pietra e vetro	1,2	1,3	1,1
C24_C25	Prodotti di base in metallo e metallo	1,7	1,9	1,7
C26_C27	Elettrica ed elettronica	2,7	2,7	2,2
C28	Macchinario industriale	2,4	2,4	2,1
C29_C30	Trasporti automobilistici e altri	1,9	1,8	1,5
C31-C33	Altra produzione	1,7	1,7	1,4

Figura 4. – Investimenti in capitale ICTS in Italia e Germania 1995-2011



Nel complesso, questi investimenti sono cresciuti in misura sostenuta fino agli inizi degli anni duemila, per poi ristagnare successivamente (Figura 4). Larga parte dell'aumento è attribuibile ai settori dell'informazione e della comunicazione, della pubblica amministrazione, delle attività professionali e di supporto alle imprese.

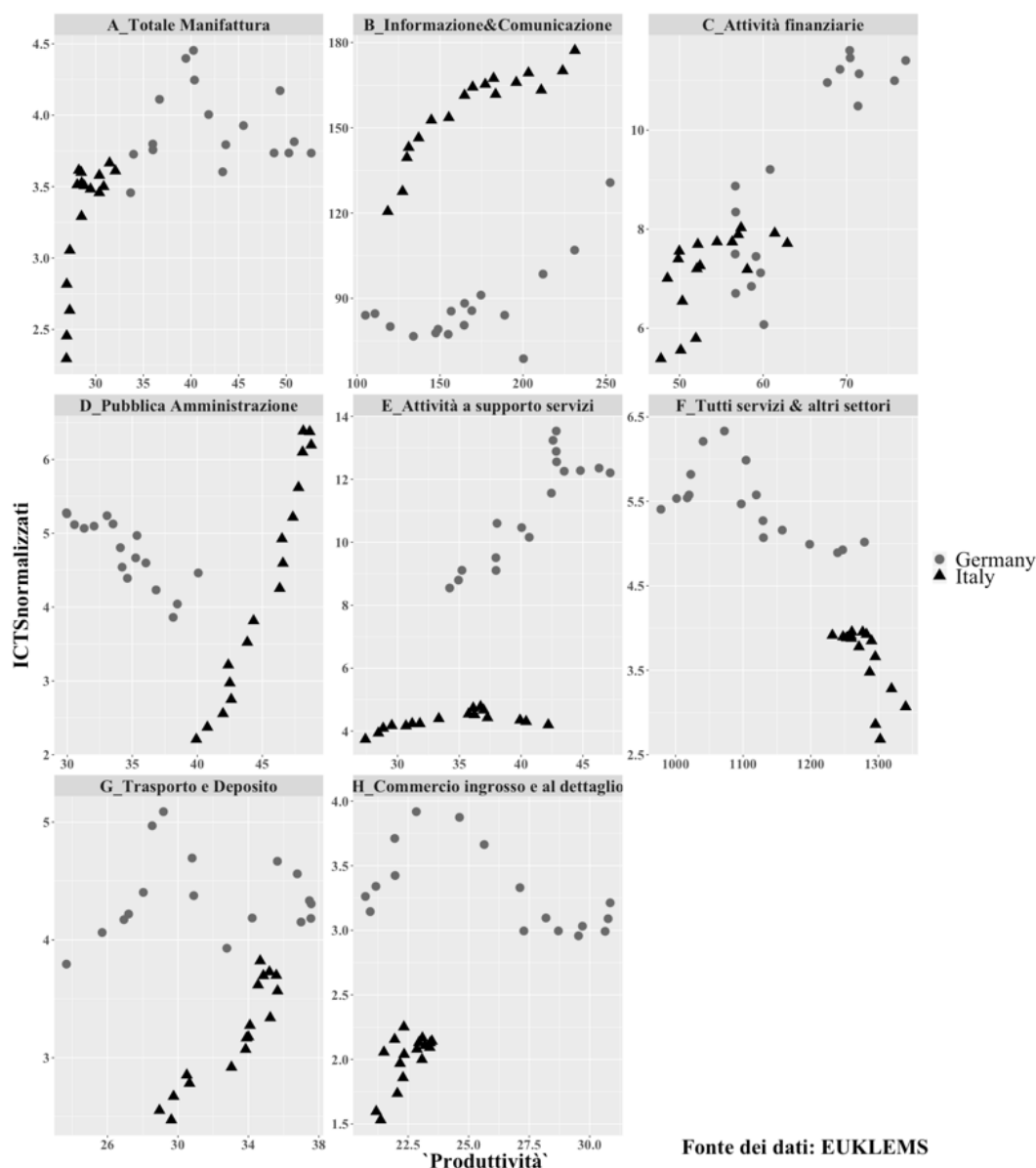
Rispetto a buona parte dei servizi, nell'industria manifatturiera il capitale ICTS ha un peso meno rilevante sia sul complesso del capitale investito che per lavoratore. Questo, tuttavia, non significa affatto che questo tipo di capitale non sia importante per la competitività dei settori, anche perché questi beni si combinano in buona parte con i robot e i macchinari automatizzati. Come si può vedere dalla Figura 4, questi investimenti sono cresciuti soprattutto nella seconda metà degli anni novanta fino agli inizi del duemila, per poi ristagnare nel periodo successivo.

Guardando ai singoli settori, in alcune industrie di tecnologia medio-alta, come l'*automotive*, i macchinari industriali, la chimica e farmaceutica, il capitale ICTS per lavoratore risulta in Germania

sostanzialmente più elevato. Al contrario, in diversi settori tipici del Made in Italy, come l'alimentare, il tessile-abbigliamento, la ceramica, i prodotti in metallo, la plastica-gomma, i livelli di investimento in ICTS in Italia sono comparativamente superiori.

Anche nel caso del capitale ICTS, vale la pena illustrare la relazione con l'andamento della produttività, con le stesse note di avvertenza e di cautela avanzate nel caso dei robot. Occorre qui aggiungere e sottolineare con forza che il settore dei servizi è assai più variegato e frammentato rispetto alla manifattura, soprattutto in alcuni comparti. All'interno di settori così aggregati, coesistono probabilmente sia imprese assai avanzate ed efficienti che attività di basso profilo tecnologico. Va notato, inoltre, che nel periodo considerato l'occupazione è aumentata considerevolmente proprio nei servizi, in misura tale da più che compensare il declino storico dell'occupazione manifatturiera.

Figura 5. – ICTS e Produttività (VA per ore lavorate) per Germania e Italia Settori dei Servizi di informazione-comunicazione (1995-2011)



Dall'analisi della Figura 5 e concentrandosi sui dati italiani, è interessante notare come sembri esistere una marcata relazione positiva tra ICTS e produttività nel caso del settore dei servizi di

informazione-comunicazione, il destinatario di gran lunga più rilevante di questo tipo di investimenti, ma anche della pubblica amministrazione e del trasporto. In entrambi i casi, la produttività sembra essere aumentata nel periodo considerato. Più disperso, seppur con un trend positivo, è il quadro nel settore finanziario e nel commercio. Per la manifattura nel suo complesso, non pare emergere alcuna apprezzabile relazione. Anche qui, naturalmente, occorre attentamente filtrare queste valutazioni con la considerazione dei livelli medi di investimento del capitale ICTS in rapporto al lavoro.

La Germania mostra un comportamento diverso rispetto all'Italia e il quadro è assai meno intellegibile. Confrontando gli andamenti degli investimenti riportati nella Figura 4 con la produttività, si vede che in diversi settori vi è una diminuzione nel tempo degli investimenti e della produttività, mentre in altri la relazione tra investimenti e efficienza appare negativa. Si tratta evidentemente di andamenti puramente indicativi e non è lecito forzare troppo le interpretazioni.

2.3 *Il commercio con i paesi a basso costo del lavoro*

Date le sue caratteristiche di specializzazione e di struttura industriale, l'Italia è particolarmente esposta alla pressione concorrenziale che proviene dai paesi emergenti e a basso costo del lavoro. Per avere un'idea, si è preso in esame il commercio con un insieme di paesi emergenti, selezionando quelli che hanno una quota non trascurabile sul totale delle importazioni italiane nel periodo considerato (importazioni per almeno un miliardo di dollari sul totale import italiane nel 2011). I dati provengono da due banche dati: *World Integrated Trade Solution* (WITS), curata dalla World Bank, e *Comtrade* dell'ONU. I paesi presi come riferimento sono i seguenti: Cina, Turchia, India, Vietnam, Thailandia, Bangladesh, appartenenti all'area asiatica, e Polonia, Romania, Repubblica Ceca, Ungheria, Slovacchia, Ucraina, Russia, Slovenia, Bulgaria, Croazia, Serbia e Albania, appartenenti all'Europa orientale.

Tabella 3. – *Italia, importazioni totali di manufatti (Quota %).*

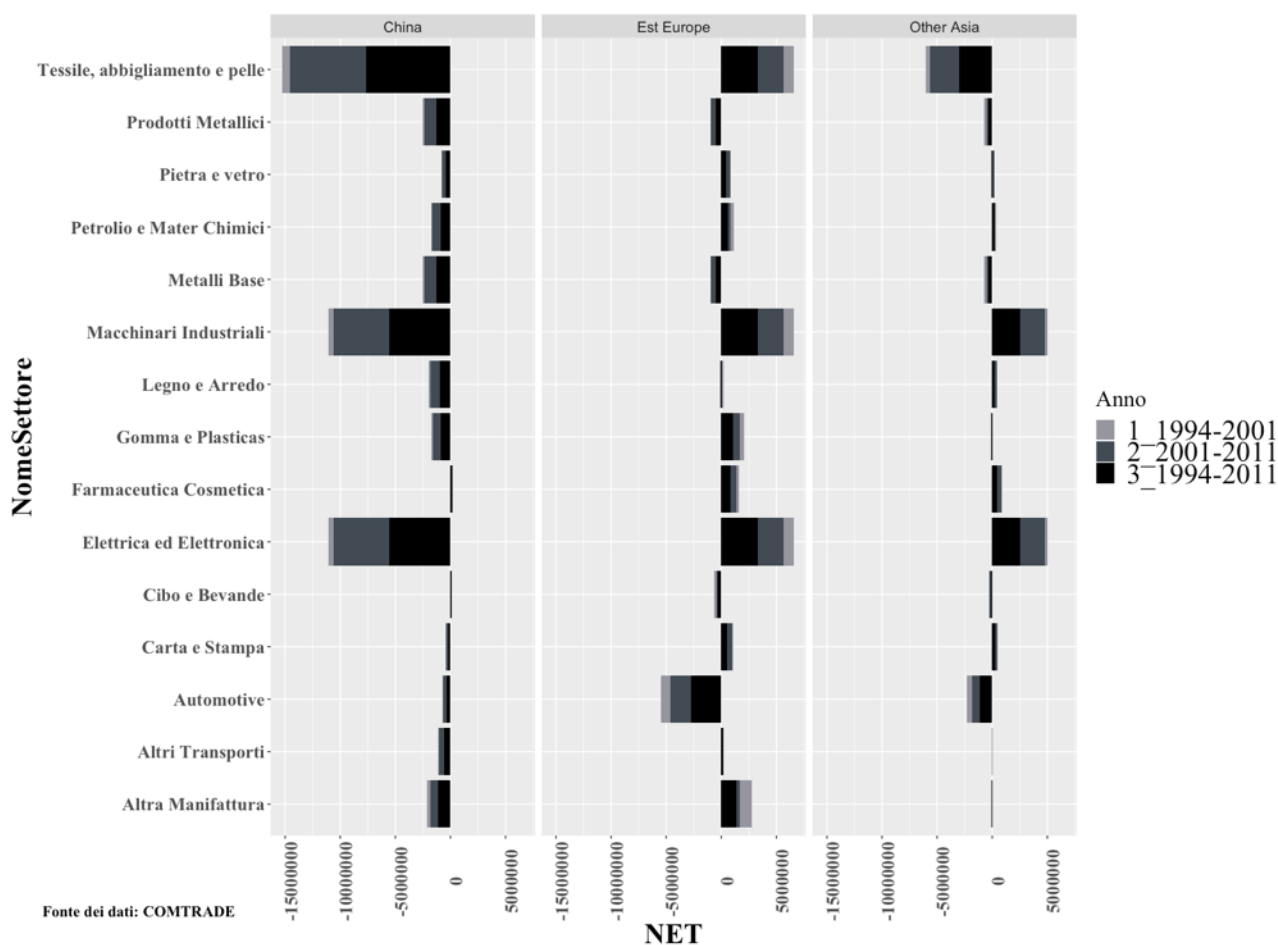
	1994	2001	2011
Germania	24,3	21,9	20,2
Est Europa (selezione)	4,9	7,2	11,4
Asia (selezione)	4,3	6,5	16,1
di cui Cina	2,4	3,7	11,6

NB.: Nell'aggregato Est Europa sono inclusi: Polonia, Romania, Repubblica Ceca, Ungheria, Slovacchia, Ucraina, Russia, Slovenia, Bulgaria, Croazia, Serbia, Albania; nell'aggregato Asia sono inclusi: Cina, Turchia, India, Vietnam, Thailandia, Bangladesh.

Fonte dei dati: WITS-Comtrade

Nel periodo considerato, la quota delle importazioni dai paesi asiatici selezionati sul totale delle importazioni italiane è quasi quadruplicata, passando dal 4.3% del 1994 al 16.1% del 2011 (Tabella 3). Il grosso di questi beni proviene dalla sola Cina che, con il 10.2% delle importazioni italiane, rappresentava nel 2011 il secondo importatore dopo la Germania. Nello stesso periodo, il peso sulle importazioni dall'Est Europa, a sua volta, è cresciuto dal 4.9% al 12.9%.

Figura 6. – *SalDI commerciali con alcune aree a basso costo del lavoro per settore in tre intervalli 1994-2001, 2001-2011, 1994-2011*



La Figura 6 mostra come siano cambiati i rapporti commerciali tra l'Italia e le aree considerate nel periodo preso in esame (1994-2011). I dati riportati si riferiscono al saldo commerciale, la differenza tra esportazioni e importazioni. Queste aree commerciali, infatti, se da un lato esercitano una forte pressione competitiva sui sistemi produttivi italiani, dall'altro rappresentano un mercato di sbocco in crescita per il Made in Italy.

Dalla suddivisione in due sotto-periodi (1994-2001 e 2001-2011), si nota come gli scambi commerciali siano aumentati essenzialmente nel secondo periodo. La Cina, che proprio nel 2001 ha fatto ingresso nel WTO, è in tutti i settori un importatore netto in Italia. La bilancia commerciale italiana è fortemente negativa non solo per i prodotti del tessile-abbigliamento, ma anche per i prodotti più sofisticati dell'industria dei macchinari industriali e del settore elettrico ed elettronico.

Dagli altri paesi asiatici selezionati provengono soprattutto prodotti del tessile-abbigliamento e *automotive*, in misura superiore alle esportazioni italiane. Nel resto dei settori, la bilancia commerciale è in attivo o quasi in pareggio. L'area dell'Est Europa, al contrario, e nonostante le crescenti importazioni, rappresenta un'importante destinazione dei beni italiani e la bilancia commerciale è in attivo ovunque, ad eccezione del settore *automotive*.

3. Le ricerche applicate sull'impatto nel mercato del lavoro

Diversi recenti lavori hanno cercato di stimare l'impatto sul mercato del lavoro dei tre shock su cui si sono appena presentati e commentati alcuni dati. L'accento è prevalentemente sull'occupazione, ma vengono anche investigate altre variabili importanti come salari e produttività. Il filone principale e più interessante si concentra sul ruolo dei robot, grazie anche alla disponibilità dei dati resi disponibili dalla *International Federation of Robotics* (IFR). I robot rappresentano un aspetto cruciale e fortemente evocativo dei processi di cambiamento tecnologico associati alla rivoluzione digitale e alle trasformazioni della manifattura, come si è ampiamente visto nei paragrafi precedenti.

Nelle analisi empiriche, la maggior parte dei lavori sui robot tiene in qualche modo conto anche degli altri due importanti fattori, sebbene spesso più in funzione di "controlli" e covariate nella specificazione econometrica che come specifico oggetto di analisi e approfondimento. Il primo riguarda i possibili effetti degli investimenti nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, che influenzano non solo la manifattura, ma soprattutto il variegato settore dei servizi. Il secondo è l'impatto sul mercato del lavoro della concorrenza che proviene dai paesi a bassi salari e dei fenomeni collegati di *offshoring* e decentramento internazionale della produzione all'interno delle catene globali del valore.

3.1 Robot e occupazione

L'idea di fondo è che robot e lavoratori competano nell'esercizio di diverse mansioni lavorative (*task*) e che dunque le nuove tecnologie possano comportare una sostituzione del lavoro (*displacement effect*) e causare disoccupazione nei mercati del lavoro locali. Gli incrementi di produttività attesi dalle nuove tecnologie, tuttavia, insieme all'accresciuta domanda di capitale più produttivo, possono migliorare l'efficienza dell'industria, aumentare la domanda di beni e servizi e contribuire all'espansione dell'economia anche nei settori non direttamente interessati all'automazione. La corrispondente crescita della domanda complessiva di lavoro può compensare gli effetti negativi associati all'introduzione dei robot (Acemoglu e Restrepo, 2019). L'analisi empirica ha appunto lo scopo di verificare quale dei due effetti prevalga.

Graetz e Michaels (2015 e 2018) sono i primi ad avere utilizzato la banca dati IFR per una valutazione di questo tipo. L'analisi riguarda 17 paesi avanzati, di cui 14 europei, e 14 settori di attività economica. L'unità di analisi è il paese-settore. Secondo le conclusioni dello studio, un aumento nella densità dei robot utilizzati (robot per ore lavorate) ha comportato nel periodo analizzato (1993-2007) un aumento della produttività, del valore aggiunto e dei salari nei principali settori di attività economica. Non vi è invece evidenza di effetti significativi in termini di occupazione.

Sullo stesso filone e con uno sguardo all'Europa, recentemente Chiacchio, Petropoulos e Pichler (2018) hanno studiato l'impatto dei robot sull'occupazione e sui salari relativamente a 116 regioni (NUTS2) di sei paesi europei, inclusa l'Italia. Le variabili dipendenti sono state ulteriormente suddivise per alcune caratteristiche demografiche (gender, titolo di studio, età). L'analisi è relativa al periodo 1995-2007. Oltre a diversi controlli, nelle specificazioni utilizzate si è valutato l'impatto sia degli investimenti in ICTS che delle importazioni dalla Cina e dagli USA. I risultati mostrano come occupazione regionale e salari siano influenzati negativamente dall'aumento dei robot impiegati, mentre gli investimenti crescenti in capitale ICTS sembrano avere un effetto positivo. L'utilizzo di

variabili demografiche consente inoltre di verificare come l'effetto negativo sia più pronunciato per i lavoratori giovani e meno qualificati.

Due lavori, tuttavia, sono particolarmente interessanti per gli obiettivi del presente studio. Si tratta del contributo seminale di Acemoglu e Restrepo (2017) (AR), relativo agli Stati Uniti, e di quello successivo di Dauth et al. (2017) che adattano la stessa metodologia di indagine al caso della Germania. La novità consiste nella scelta, come unità di analisi, di un livello geografico molto disaggregato e piuttosto inusuale per questo tipo di letteratura: i mercati locali di lavoro. Acemoglu e Restrepo traggono ispirazione dal contributo di Autor, Dorn e Hanson (2013a) e, più in generale, dal dibattito americano sulle economie di agglomerazione (si vedano, ad esempio, Henderson e Vernon, 2003; Glaeser, 2008) e dai più recenti lavori di Moretti (2011). Si tratta di una prospettiva che rivaluta e valorizza l'importanza dei "luoghi" e dei territori, con tutte le loro storie e specificità, su cui il dibattito italiano si è concentrato per lungo tempo e della cui importanza si è discusso ampiamente nell'introduzione.

Nel lavoro di Acemoglu e Restrepo (2017, 2019), viene stimato l'effetto dell'introduzione dei robot industriali sia sull'occupazione che sui salari nei 722 sistemi locali del lavoro americani (*Commuting zones*) dal 1990 al 2007. Nell'analisi, viene distinto il contributo dei robot da quello di altri tre principali fattori che possono aver influito sulle dinamiche occupazionali e salariali: le importazioni da altri paesi manifatturieri (Cina e Messico, soprattutto), le attività di delocalizzazione (*offshoring*), il ruolo del capitale IT. Dalle stime effettuate, emerge come vi sia stata una significativa sostituzione del lavoro (*displacement effect*) ad opera dei robot nel periodo osservato. In particolare, fino a 670 mila lavoratori hanno perso il lavoro, circa 6,2 occupati per ogni robot introdotto.

Un approccio simile al precedente è stato seguito da Dauth et al. (2017) (DFSW). L'analisi riguarda la Germania e i risultati ottenuti sono in qualche misura più incoraggianti rispetto allo studio americano. I due autori studiano gli effetti dell'esposizione ai robot nei 402 mercati del lavoro locali tedeschi nel periodo 1994-2014. Anche in questo caso, si tiene conto degli effetti sull'occupazione di due altri fattori: il commercio con l'Est Europa e la Cina, e il ruolo del capitale ITC che, come i robot, contribuisce fortemente al progresso tecnologico. Gli autori trovano che, in media, ogni robot sostituisce due occupati manifatturieri, significativamente meno che nel caso USA, per un totale di circa 275 mila posti di lavoro persi nel periodo considerato. Ancora più interessanti, tuttavia, sono altri due risultati dell'analisi. Il primo è che la riduzione di occupazione nella manifattura è stata pienamente compensata dall'aumento dell'occupazione nel settore dei servizi. I robot, dunque, sembrano influire soprattutto sulla composizione dell'occupazione piuttosto che sul livello aggregato. Il secondo risultato è che i lavoratori *incumbent* nella manifattura tendono sostanzialmente a tenere il loro posto di lavoro, seppur accettando salari inferiori per evitare la sostituzione. Il declino dell'occupazione industriale va pertanto attribuito alla riduzione delle assunzioni di giovani lavoratori, che hanno sempre meno opportunità di impiego nella manifattura.

3.2 I limiti dell'utilizzo dei robot nelle analisi empiriche

Tutti i contributi sopra menzionati utilizzano come variabile esplicativa principale il numero dei robot utilizzati nel periodo di riferimento, censiti da IFR. L'ipotesi implicita è che i robot rappresentino un indicatore attendibile delle innovazioni associate alla rivoluzione digitale o comunque a modificazioni di processo da cui è lecito attendersi un impatto, tra le altre cose, sui livelli di occupazione. Questa ipotesi, tuttavia, richiede qualche nota di approfondimento e di cautela.

I robot, soprattutto quelli di ultima generazione, sono solo una delle tecnologie associate alla Quarta Rivoluzione Industriale, a cui contribuisce un insieme di altre tecnologie specifiche come i

cyber-physical systems, l'intelligenza artificiale ecc. (Daugherty e Wilson, 2018; Agrawal et al., 2018).

Occorre inoltre tenere conto di che tipologie di robot si tratta. Secondo IFR, un robot è definibile come “un manipolatore riprogrammabile multiuso a controllo automatico, programmabile su tre o più assi, che può essere posto su una postazione fissa o essere mobile, finalizzato ad applicazioni di automazione industriale” (IFR, 2016). Questa definizione, conforme alle norme ISO, include diverse tipologie di robot che trovano impiego in numerose applicazioni industriali. Le analisi empiriche discusse in precedenza utilizzano un aggregato, l'*operational stock of robot*, definito come il numero di robot correntemente installati, senza ulteriori specificazioni.

Nel corso dei vent'anni considerati, è presumibile che le caratteristiche di qualità e di efficienza di queste macchine siano profondamente cambiate. Il semplice numero, inoltre, non aiuta a capire come i robot siano stati inseriti nei processi produttivi e con quali impatti sulle mansioni svolte dai lavoratori e sui livelli di produttività. Come hanno spiegato Acemoglu e Restrepo (2019), vi possono ad esempio essere investimenti in macchinari che sostituiscono il lavoro senza tuttavia generare incrementi significativi di produttività (le cosiddette “*so-so*” *automation technologies*). In questo caso, le nuove macchine non comportano benefici per il sistema economico nel suo complesso. Altri investimenti in automazione possono semplicemente sostituire vecchi macchinari già automatizzati, che hanno già causato nel passato sostituzione di lavoratori, senza effetti rilevanti sull'occupazione (*deepening of automation*, Acemoglu e Restrepo, 2019, p.204). Infine, le nuove tecnologie possono generare nuovi *task* e nuove mansioni, aumentando la domanda di competenze e figure professionali semplicemente impensabili prima della Quarta Rivoluzione Industriale (*reinstatement effect*, AR 2019 ma anche altri), con effetti positivi sulla domanda di lavoro. Gli effetti netti sul mercato del lavoro di queste diverse tipologie di investimento in automazione dipendono pertanto dal particolare mix di tecnologie impiegate, che può variare da paese a paese, da settore a settore, da sistema locale a sistema locale, da impresa a impresa.

3.3 Concorrenza dei paesi a basso costo e occupazione

In una serie di recenti lavori, Autor, Dorn e Hanson hanno posto l'attenzione sugli effetti nel mercato del lavoro della crescente penetrazione commerciale dai paesi a basso costo del lavoro, e della Cina in particolare (Autor, Dorn e Hanson, 2013a, 2013b, 2015, 2016). La novità del loro approccio è l'idea che questi effetti non siano omogenei sul territorio di un paese ma siano territorialmente differenziati, in una misura che dipende dalla distribuzione dei settori industriali, e dell'occupazione ad essi collegata, tra le diverse aree e regioni. Le unità di analisi di riferimento sono i mercati del lavoro locali (*Commuting zones*). L'ipotesi è che l'impatto sul lavoro, principalmente in termini di occupazione e salari, sia particolarmente pronunciato nei territori specializzati nei settori a bassa tecnologia e alta intensità del lavoro. Queste aree, infatti, sono maggiormente esposte alla pressione competitiva della Cina e dei paesi a bassi salari, che godono di un vantaggio comparato in questi settori. Per stimare questi effetti, Autor et al. hanno proposto un indice di “esposizione alla concorrenza delle importazioni” che distribuisce l'impatto delle importazioni dai paesi a basso salario tra i diversi sistemi locali in proporzione alla loro quota di addetti sul totale dell'occupazione nazionale delle industrie esposte alla concorrenza. Lo studio si riferisce al periodo 1990-2007 e i risultati ottenuti confermano gli effetti negativi delle importazioni dalla Cina sull'occupazione, sui salari e su altri indicatori del mercato del lavoro. Nel loro studio sull'impatto occupazionale dei robot negli USA, Acemoglu e Restrepo (2017) hanno utilizzato la stessa metodologia di Autor et al. (2013a) per controllare gli effetti delle importazioni dalla Cina e dal Messico.

Costruendo su questa letteratura, Dauth, Findeisen e Suedekum (2014) hanno analizzato il caso della Germania. Anche in questo caso, le unità di analisi sono i mercati del lavoro locali tedeschi (402 territori). La differenza rispetto ai lavori precedenti è nel calcolo dell'indice di esposizione alle importazioni. Dauth et al. pesano la variazione dell'import con l'occupazione manifatturiera del sistema locale, invece che con l'occupazione nazionale del settore, in maniera da enfatizzare maggiormente gli effetti locali degli shock. Oltre alla Cina, vengono inoltre prese in considerazione le importazioni dai paesi dell'Europa Orientale, con cui la Germania ha forti rapporti commerciali. Accanto all'indice di esposizione alle importazioni, viene calcolato un analogo "indice di esposizione alle esportazioni", sempre nelle medesime aree geografiche, in maniera da tener conto del fatto che il commercio può rappresentare un'opportunità per le industrie che hanno dei vantaggi comparati e non solo una minaccia per alcuni settori.

In due successivi lavori (Dauth, Findeisen e Suedekum, 2017a e 2017b), questi indicatori vengono trasformati in un unico "indicatore di esposizione al commercio", che calcola per ogni settore la differenza netta tra esportazioni e importazioni. I risultati mostrano che l'effetto complessivo netto del commercio sull'occupazione dei sistemi locali è positivo, dato che la crescita delle esportazioni di beni a media ed alta tecnologia nei mercati cinesi e dell'Est Europa più che compensa l'impatto negativo nei sistemi locali specializzati nei settori a maggiore intensità di lavoro.

Per le caratteristiche del suo sistema industriale e della specializzazione produttiva, l'Italia è un paese particolarmente esposto alla pressione concorrenziale dei paesi a basso costo. Un importante contributo è fornito da Federico (2014), che ha analizzato l'impatto sull'occupazione delle importazioni da un insieme molto ampio di paesi a basso costo del lavoro nel periodo 1995-2007. Le unità di analisi sono i settori manifatturieri a quattro-digit (230 industrie). I risultati di questo studio sono netti: vi è una chiara evidenza di un effetto negativo delle importazioni competitive sull'occupazione, particolarmente nei settori a tecnologia medio-bassa e maggiore intensità di lavoro, come gran parte dei sistemi produttivi del Made in Italy. Non esiste tuttavia un lavoro relativo all'Italia che abbia cercato in maniera sistematica di studiare gli effetti delle crescenti importazioni dai paesi a basso costo sull'occupazione dei sistemi locali del lavoro.

4. L'articolazione degli shock a livello territoriale

I mercati locali del lavoro sono al centro dei contributi più interessanti della letteratura appena passata in rassegna. Gran parte degli aggiustamenti agli shock tecnologici ed economici, infatti, avviene a questo livello territoriale. Sia l'esposizione agli shock che la capacità di reazione dei sistemi locali dipendono dalle loro caratteristiche produttive, istituzionali e sociali.

Dato che i dati sui robot sono disponibili solo a livello nazionale, il problema è come valutare il loro potenziale impatto sui sistemi locali. L'idea di AR è piuttosto semplice: se l'investimento in robot è particolarmente forte in un settore e se questo settore è fortemente rappresentato in un determinato territorio, è in questo sistema locale che ci si aspettano i maggiori effetti sull'occupazione e sul mercato del lavoro. Partendo da questa intuizione, viene proposto un indice di esposizione locale ai robot che, per ciascuna industria, ripartisce tra i territori i robot sulla base del peso che i settori locali rivestono sui rispettivi settori nazionali. Questo è l'algoritmo elaborato da AR, utilizzato anche da Chiacchio et al. (2018):

$$(1) \text{ Esposizione ai Robot}_{AR}: \Delta \text{ROBOT}_{sll} = \sum_j \frac{L_{j,sll}}{L_j} * \frac{\Delta \text{ROBOTS}_j}{L_j}$$

dove L indica l'occupazione nel periodo base di riferimento, sll il sistema locale del lavoro, j il settore della manifattura, Δ la variazione del numero di robot nel periodo considerato. Ciò che varia tra i sistemi territoriali, dunque, è l'importanza relativa dei settori locali sul totale nazionale $\frac{L_{j,sll}}{L_j}$, mentre la variazione dei robot, normalizzata per l'occupazione nazionale del settore in maniera da valutare l'intensità della robotizzazione, è uguale per tutti i sistemi locali. L'esposizione ai robot risulta pertanto maggiore nei territori dove le industrie robotizzate sono più rappresentate.

Nel contributo di DFSW relativo alla Germania, l'approccio è sostanzialmente simile a quello precedente, ma con un'importante variazione nell'algoritmo utilizzato per calcolare l'esposizione ai robot nei mercati del lavoro locali. Come si può vedere dalla formula sotto riportata, la variazione dei robot viene ora normalizzata per il numero complessivo di addetti al sistema locale, invece che in riferimento all'occupazione nazionale del singolo settore.

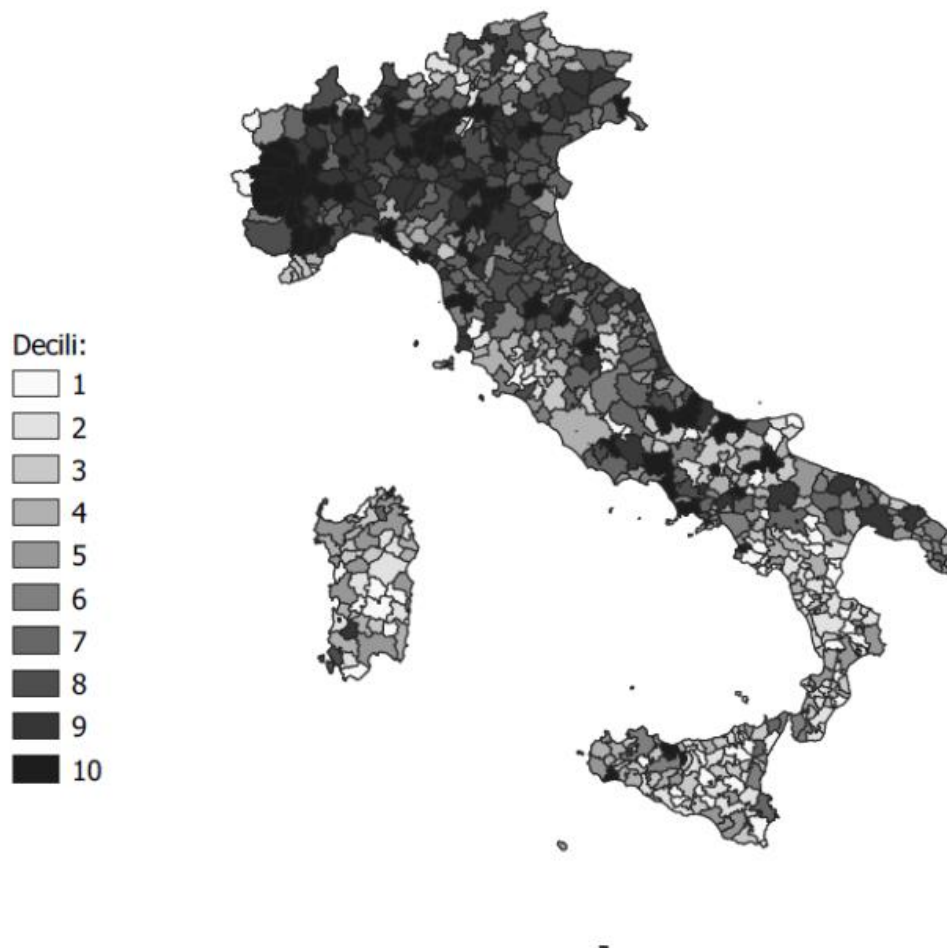
$$(2) \text{ Esposizione ai Robot}_{\text{DFSW}}: \Delta \text{ROBOT}_{sll} = \sum_j \frac{L_{j,sll}}{L_j} * \frac{\Delta \text{ROBOT}_{sj}}{L_{sll}}$$

L'implicazione di questa modifica è che, a parità di addetti locali in un settore (cioè di uguale quota sul settore nazionale), l'impatto di una determinata variazione dei robot sarà maggiore quanto più quel settore pesa sull'occupazione totale del sistema locale (cioè quanto più piccola è la dimensione del territorio in termini di occupazione). Nel caso di AR, invece, l'esposizione risulterà uguale. L'approccio di DFSW, pertanto, appare più adatto a valutare le conseguenze sui sistemi locali poiché tiene conto del fatto che un'industria oggetto di robotizzazione può influenzare maggiormente il mercato del lavoro locale se il territorio è piccolo e offre pertanto meno possibilità di aggiustamento al proprio interno. L'approccio di AR, diversamente, privilegiando le aree di maggiore concentrazione dei settori industriali esposti alla robotizzazione, è più adatto ad analizzare gli effetti occupazionali della robotizzazione a livello dell'intero paese (su questo, tuttavia, si vedano le considerazioni critiche di Mishel e Bivens, 2017).

Un problema comune a entrambi gli approcci riguarda l'adattamento dei dati sui robot ai contesti territoriali. Non sapendo dove i robot vengano realmente acquistati nei diversi sistemi locali, l'ipotesi implicita è che, a parità di occupazione settoriale locale, non vi siano rilevanti differenze geografiche nella capacità di investire in innovazione e nell'efficienza nell'uso dei fattori produttivi. Nel caso dell'Italia, quest'ipotesi è certamente molto forte, date le sostanziali disparità regionali in termini di produttività e dinamismo delle economie regionali (Manzocchi et al. 2017, Di Giacinto et al. 2012). Questo problema è più accentuato nel caso dell'approccio di DFSW, perché enfatizza l'importanza delle industrie a livello locale anche se il loro peso nazionale è trascurabile.

Con i diversi metodi, la gerarchia dei sistemi locali maggiormente esposti alla robotizzazione cambia sensibilmente. Quale preferire dipende pertanto dagli scopi dell'analisi. In questa ricerca, l'accento è sui sistemi locali e dunque verrà adoperato e adattato all'Italia l'algoritmo proposto da DFSW. La fonte dei dati sui robot è l'*International Federation of Robotics* (IFR). Sono stati utilizzati i dati degli *operational stock of robot*, relativi al 1993, 2001 e 2011 per i 15 settori manifatturieri. L'anno base preso come riferimento è il 1991.

Figura 7 –. *Esposizione ai robot dei sistemi locali del lavoro, 1991-2011*



La Figura 7 mostra la mappa dei 686 sistemi locali italiani, censiti dall'ISTAT utilizzando i dati del censimento del 2001, con evidenziata la variazione dell'esposizione ai robot nel ventennio 1991-2011 calcolata secondo il procedimento di DFSW. Nel grafico, è possibile individuare chiaramente i sistemi locali dove la robotizzazione è variata maggiormente nei vent'anni che separano i due censimenti.

Come ci si aspettava, la robotizzazione risulta più intensa nelle aree più industrializzate del Centro e del Nord del paese, soprattutto del Nord-Ovest. L'intensità nell'uso dei robot, infatti, è maggiore nel settore dei mezzi di trasporto e dell'*automotive*, nei settori metal-meccanici, nell'industria farmaceutica e della gomma-plastica, fortemente rappresentate in quell'area del paese. Come appare nella cartina, nel Sud d'Italia diversi sistemi locali presentano insediamenti importanti in questi settori, soprattutto in relazione all'occupazione complessiva del territorio, ma in generale prevale un'economia meno vocata alla manifattura e dunque gli impatti attesi dell'automazione sono meno rilevanti.

Non è stato possibile coprire il periodo più recente in quanto non sono ancora disponibili dati settoriali sufficientemente disaggregati territorialmente per poter calcolare l'indice di esposizione ai robot. In ogni caso, almeno per l'Italia, gran parte degli investimenti in robot e automazione sono avvenuti nel periodo considerato nell'analisi.

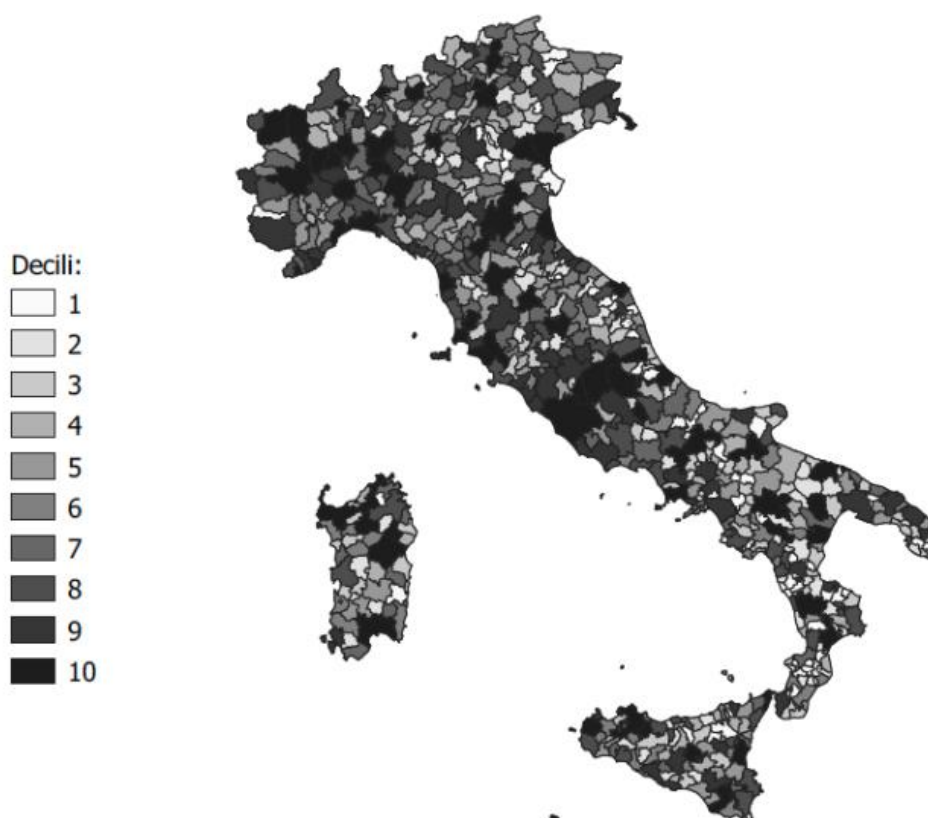
Per calcolare il potenziale impatto degli investimenti ICT e del commercio sull'occupazione dei sistemi locali del lavoro italiani, si è utilizzato lo stesso procedimento applicato ai robot. Anche in questo caso, e per le stesse ragioni sopra discusse, si è seguito l'approccio sviluppato da DFSW che, rispetto a quello di AR, consente una lettura migliore delle dinamiche territoriali.

La fonte dei dati utilizzati è UE-KLEMS. In particolare, sono stati accorpati in un'unica voce i dati relativi allo stock di capitale fisso reale a prezzi costanti (2010) per le voci apparecchiature informatiche e di comunicazione, software e database (ICTS). L'algoritmo di esposizione al capitale ICTS è il seguente:

$$(3) \text{ Esposizione agli ICTS}_{\text{DFSW}} : \Delta \text{ICTS}_{sll} = \sum_j \frac{L_{j,sll}}{L_j} * \frac{\Delta \text{ICTS}_j}{L_{sll}}$$

I settori di attività economica considerati sono 33 (15 manifatturieri). L'anno base di riferimento è il 1991. Il periodo preso in esame è il 1995-2011. La Figura 8 mostra i sistemi locali italiani in cui l'impatto degli ICTS è maggiore. Come si può vedere, e a differenza del caso dei robot, prevalgono in larga misura le aree urbane e terziarie di alcune zone del Nord-Ovest, del Centro, del Sud e delle Isole.

Figura 8 – *Esposizione agli ICTS dei sistemi locali del lavoro, 1991-2011*



I dati sul commercio provengono da due banche dati: *World Integrated Trade Solution* (WITS) e *Comtrade*. I paesi a basso costo del lavoro presi come riferimento sono quelli che hanno una quota non trascurabile sul totale delle importazioni italiane (importazioni per almeno un miliardo di dollari sul totale dell'import del 2011). Si tratta della Cina, Turchia, India, Vietnam, Thailandia, Bangladesh, appartenenti all'area asiatica, e della Polonia, Romania, Repubblica Ceca, Ungheria, Slovacchia,

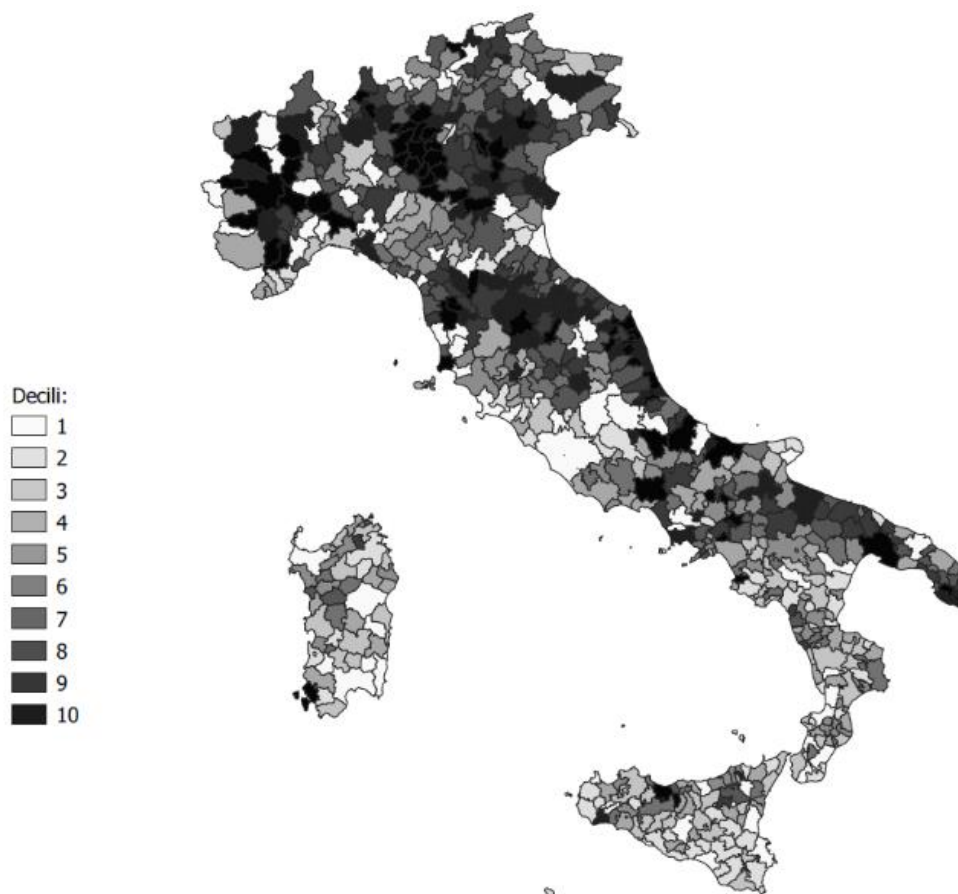
Ucraina, Russia, Slovenia, Bulgaria, Croazia, Serbia e Albania, appartenenti all'Europa orientale (cfr. tab. 3). I settori manifatturieri presi in esame sono 15. Gli anni considerati sono il 1991, 2001 e 2011.

L'algoritmo di esposizione alle importazioni nette dai paesi a basso costo è il seguente:

$$(4) \text{ Esposizione alle Importazioni Nette }_{\text{DFSW}}: \Delta \text{NetImport}_{\text{sll}} = \sum_j \frac{\text{Lsll}_j}{\text{L}_j} * \frac{\Delta \text{IMP}_j - \Delta \text{EXP}_j}{\text{Lsll}_{\text{Man}}}$$

dove *NetImport* indica la differenza tra il valore delle importazioni (*IMP*) e quello delle esportazioni (*EXP*) per i gruppi di paesi considerati. La Δ è relativa al periodo 1994-2011. *Man* indica la manifattura.

Figura 9. – *Esposizione alle importazioni nette dei sistemi locali del lavoro, 1991-2011*



La Figura 9 illustra le aree dell'Italia dove si fa sentire maggiormente la pressione concorrenziale dei paesi a basso costo del lavoro. In questo caso e rispetto ai precedenti, prevalgono chiaramente le aree del Nord-Est del Centro e della dorsale adriatica specializzate nel tessile-abbigliamento, cuoio e calzature, e nei settori delle macchine industriali e delle produzioni elettriche ed elettroniche, nei quali maggiori sono i disavanzi commerciali rispetto alla Cina e alle altre aree considerate.

5. Una stima degli effetti degli shock: il modello

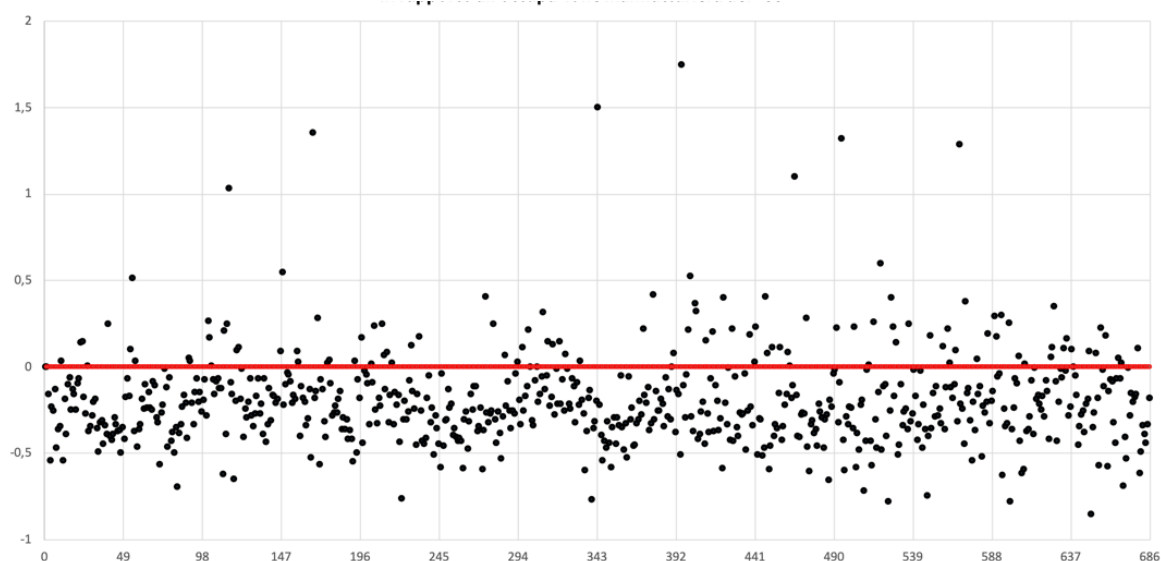
In questo paragrafo si cerca di verificare se esiste qualche relazione tra la crescita dell'occupazione complessiva dei sistemi locali del lavoro italiani e i fattori di cambiamento tecnologico e di esposizione al commercio commentati finora. I dati sull'occupazione (addetti alle unità locali) provengono dai Censimenti dell'Industria e dei Servizi del 1991, 2001 e 2011, dopo un opportuno lavoro di raccordo. L'unità di analisi sono i 686 Sistemi Locali del Lavoro (SLL) individuati dall'ISTAT sulla base del Censimento della Popolazione del 2001. I dati si riferiscono a 33 settori di attività economica (di cui 15 manifatturieri). Il periodo preso in esame è il ventennio 1991-2011.

Nella scelta di questo periodo, occorre tener conto del potenziale impatto della crisi finanziaria del 2008 con i suoi profondi effetti recessivi nelle principali economie avanzate. Utilizzando solo i dati dei Censimenti, le informazioni relative al 2011 sono in qualche misura influenzate dalla congiuntura negativa dei tre anni precedenti. Il problema nasce dal fatto che la crisi potrebbe non aver colpito in maniera omogenea tutte le aree del paese e i sistemi locali.

Qualche dato aggiuntivo può consentire una valutazione più precisa. L'occupazione complessiva italiana è aumentata del 10,8% tra il 1991 e il 2011, un incremento di circa 1,9 milioni di addetti. Nello stesso intervallo di tempo, l'occupazione manifatturiera si è ridotta del 28,2%, pari a 1,5 milioni di lavoratori. La crescita dell'occupazione nel settore dei servizi, dunque, ha più che compensato la perdita della manifattura. La crescita complessiva è stata molto più pronunciata nel primo decennio, in quanto nel secondo la riduzione dell'occupazione manifatturiera è stata particolarmente pesante (1,1 milioni di addetti), influenzata in buona parte dalla crisi negli ultimi anni. È possibile quantificare l'effetto complessivo dei primi anni della recessione facendo ricorso ai dati dei censimenti permanenti effettuati dall'ISTAT. Tra il 2008 e il 2011, dunque in soli tre anni, si sono persi complessivamente 492 mila occupati, pari al 2,1% dell'occupazione. Distinguendo tra tipologie dei sistemi locali, si può vedere tuttavia come non vi siano forti differenze tra le diverse classi. Si va da una riduzione del 1,5% nei sistemi non-manifatturieri, quelli meno colpiti dalla crisi, ad un calo del 2,4% nei sistemi della manifattura pesante, che hanno risentito maggiormente della congiuntura negativa. La distorsione delle stime ad opera della crisi non sembra pertanto particolarmente rilevante, ma occorre avere in mente queste differenze nella lettura dei risultati.

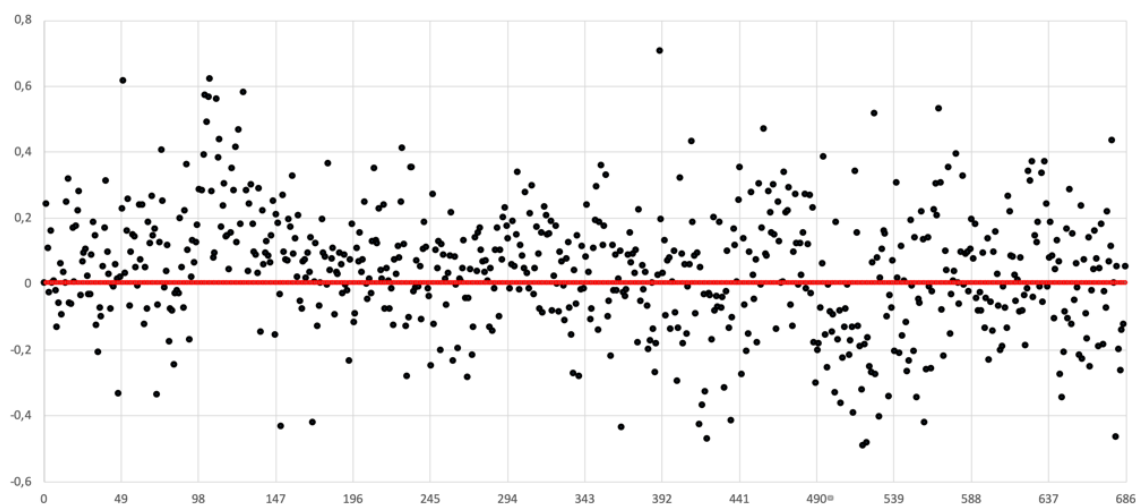
Una delle chiavi di lettura dell'andamento dell'occupazione in Italia, peraltro comune a tutti i paesi avanzati, è la progressiva sostituzione dell'occupazione manifatturiera con quella nel terziario, testimoniata anche dai dati appena citati. Un effetto positivo almeno per il mercato del lavoro, in quanto la crescita dei servizi più che compensa la manifattura. A questo proposito, è interessante analizzare il comportamento dei sistemi locali italiani nel periodo considerato.

Figura 10. – *Sistemi locali del lavoro: Variazione occupazione manifatturiera nel periodo 1991-2011 in rapporto all'occupazione manifatturiera del 1991*



Le Figure 10 e 11 illustrano per i 686 sistemi locali italiani la crescita lorda, rispettivamente dell'occupazione manifatturiera e dell'occupazione totale, in rapporto all'occupazione nel periodo iniziale (1991). Sull'asse delle ascisse, i sistemi sono ordinati geograficamente, dal Nord Ovest alle Isole. Come si può vedere, l'occupazione manifatturiera è calata dappertutto e in misura sostanzialmente simile (Figura 10). La riduzione può essere attribuita a ragioni diverse. In alcune aree vi è probabilmente un abbandono o un pesante arretramento dell'industria, mentre in altre si assiste ad un processo di ristrutturazione e variazione nella composizione settoriale. Un indizio è il confronto di questi dati con le mappe dei robot e della pressione delle importazioni commentate precedentemente. Le aree a forte robotizzazione, ad esempio, che indicano industrie tecnologicamente avanzate, sono localizzate prevalentemente nel Nord e nel Nord Ovest in particolare.

Figura 11. – *Sistemi locali del lavoro: Variazione occupazione totale nel periodo 1991-2011 in rapporto all'occupazione totale del 1991*



Più interessante è la lettura della Figura 11, relativa all'occupazione totale. Come si può chiaramente vedere, vi è una marcata asimmetria tra le diverse regioni del paese. Nel Nord, a sinistra nel grafico, prevalgono i sistemi che crescono, pari esattamente al 73,5% del totale regionale, nel Centro cresce il 65%, mentre nel Sud e nelle Isole, a destra della figura, cresce solo la metà dei sistemi locali e le variazioni negative sono molto più pronunciate che nel resto d'Italia. Anche di tutti questi andamenti occorrerà tenere conto nella lettura dei risultati dell'esercizio econometrico che viene ora presentato.

Per analizzare l'influenza dei robot e delle altre variabili di interesse sulla crescita dell'occupazione nei sistemi locali italiani, si è costruito un semplice modello OLS, seguendo molto da vicino la metodologia utilizzata da AR e DFSW. Rispetto a questi lavori, la specificazione proposta contiene un'importante novità. Il modello, infatti, prevede dei controlli che tengono conto di diverse tipologie di sistemi locali, con l'idea che le caratteristiche dei territori siano cruciali nell'analisi dei processi economici. Le tipologie utilizzate fanno riferimento a due principali classificazioni elaborate dall'ISTAT e di cui si dirà in dettaglio tra un attimo. Si noti che queste classificazioni sostituiscono in qualche misura i controlli demografici e di struttura produttiva (istruzione, età, genere, immigrazione, quota manifattura) normalmente utilizzati nella letteratura di riferimento. Molte di queste variabili, infatti, si riflettono nelle caratteristiche socio-economiche delle diverse tipologie di sistema locale (si veda, a questo proposito, la nutrita letteratura italiana sul tema).

La specificazione utilizzata è descritta dalla seguente equazione:

$$(5) \Delta Y_j = \beta_1 \Delta robot_j + \beta_2 \Delta ICTS_j + \beta_3 \Delta trade_j + \gamma Spec_j + \theta \Delta robot_j * Spec_j + \phi PA_j + \Omega reg_j + \varepsilon_j$$

Nel modello, ΔY rappresenta la variazione degli addetti totali tra il 1991 e il 2011 per ogni sistema locale del lavoro (j). Per completezza dell'analisi, si sono prese in considerazione, come variabili dipendenti, anche l'occupazione manifatturiera e quella nei servizi. Si è inoltre applicato il modello ai due sotto-periodi, 1991-2001 e 2001-2011 (cfr. Tabelle A1-A4 in Appendice 1). Le variabili $\Delta Robot$, $\Delta ICTS$ e $\Delta NetImport$, descritte precedentemente, rappresentano le principali variabili di interesse.

Il vettore *Spec* è costituito dalle variabili di controllo che specificano la natura e la specializzazione del sistema locale. Questa variabile è di particolare significato. Si sono utilizzati a questo proposito due diverse classificazioni, che consentono una valutazione più articolata degli effetti degli shock sui sistemi locali. La prima fa riferimento alla ripartizione, proposta dall'ISTAT, dei sistemi locali in tre classi principali. La prima classe include i sistemi senza specializzazione produttiva manifatturiera (sistemi urbani, sistemi con vocazione turistica o agricola, sistemi senza alcuna specializzazione). La seconda raggruppa i sistemi del Made in Italy, caratterizzati da una specializzazione manifatturiera nelle industrie "leggere" (moda, mobili, agro-alimentare, gioielli, ma anche macchine utensili). La terza, infine, include i sistemi specializzati nella manifattura "pesante" (mezzi di trasporto, metalmeccanica, petrolchimica e farmaceutica, materiali da costruzione). Si noti che queste tipologie non distinguono tra sistemi locali caratterizzati da piccole e medie imprese (distretti industriali) e sistemi di impresa medio-grande.

La seconda classificazione utilizzata nell'analisi fa riferimento ai distretti industriali, la cui caratteristica principale è la presenza diffusa di piccole e medie imprese. Questi territori hanno svolto un ruolo importante nelle dinamiche dell'industria italiana nel periodo considerato e sono oggetto di una vasta letteratura. Seguendo anche qui la ripartizione effettuata dall'ISTAT con riferimento al 2001, si distingue tra quattro classi principali di sistemi locali: i distretti industriali specializzati nei settori della moda ("Moda"), quelli specializzati nella meccanica ("Meccanica"), i distretti specializzati in altri settori manifatturieri ("Altri", cioè agro-alimentare, beni per la casa, gomma e plastica, oreficeria), e infine l'ampia classe dei sistemi locali che non presentano le caratteristiche di distretto ("Non distretti").

Nelle regressioni, un ulteriore controllo geografico è rappresentato dalla variabile PA, che misura per ciascun sistema locale la quota degli addetti nella pubblica amministrazione sul totale, calcolato all'anno base 1991. Questa variabile introduce un elemento di differenziazione del territorio italiano che intende cogliere quei sistemi locali, localizzati in gran parte nel Mezzogiorno e nelle Isole, ma non solo, dove l'impiego pubblico, spesso intrecciato con i poteri locali, ha nel tempo rappresentato un importante canale di sbocco lavorativo.

Reg indica le *dummy* regionali, che hanno lo scopo di depurare i risultati da influenze sistematiche dovute a specifiche caratteristiche delle regioni. La regione di riferimento è il Piemonte, che rappresenta l'area con gli indici più elevati di robotizzazione. Infine, ε raccoglie gli errori standard.

La Tabella 4 riporta la descrizione delle variabili utilizzate; la Tabella A5 nella Appendice 1 riproduce le stesse informazioni per tipologia di sistema locale.

Tabella 4. – *Descrizione delle variabili*

Variabile	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Variazione log. numero di addetti dal 1991 al 2011 (in centinaia)	682	29.07	30.31	-125.28	180.46
Variazione log. numero di addetti manifatturieri dal 1991 al 2011 (in centinaia)	682	-26.40	32.53	-191.74	147.52
Variazione esposizione alla robotizzazione dal 1991 al 2011	682	0.93	0.97	-0.79	8.62
Variazione importazioni nette dall'Est Europa 1991 al 2011 (in migliaia)	682	-0.08	0.23	-1.16	1.44
Variazione importazioni nette dall'Asia 1991 al 2011 (in migliaia)	682	1.11	1.02	0.05	6.76
Percentuale addetti nel settore pubblico al 1991 (in centinaia)	682	5.63	3.47	1.04	27.23
Variazione esposizione all'ICT dal 1991 al 2011	682	1.98	0.74	0.88	12.60

Sono stati eseguiti alcuni controlli di robustezza sia considerando il totale delle importazioni nette, al posto di Asia ed Est Europa, sia eliminando dall'analisi gli *outlier* il cui indice di robotizzazione è superiore a 30: si tratta dei sistemi locali di Grottaminarda, Termoli, Cassino e Termini Imerese.

Nella Tabella 5 vengono presentati i risultati delle regressioni con la classificazione ISTAT. Il primo commento riguarda la variabile di esposizione ai robot, su cui si è maggiormente concentrata la letteratura internazionale. Questa appare non avere alcun impatto sulla crescita locale solo se la si considera in isolamento insieme alle *dummy* regionali. Il coefficiente diventa tuttavia significativo e positivo (al 5%) quando si introducono le variabili relative agli altri due shock e soprattutto quando si esamina l'effetto dei robot per tipologia di sistema locale. Nella specificazione completa (colonna 5), l'impatto positivo è ancora più forte e significativo all'1%. Il risultato appare robusto anche quando non si distingue tra le aree di provenienza delle importazioni e quando si eliminano dall'analisi gli *outlier*. È importante osservare che il coefficiente della robotizzazione aumenta in misura rilevante nella colonna (5) e successive. Ciò dimostra quanto la relazione tra la robotizzazione e la tipo di SLL sia eterogenea e l'effetto sia decisamente diverso a seconda della specializzazione del sistema locale.

Di rilievo sono i risultati ottenuti per quanto riguarda la pressione commerciale dai paesi a basso costo del lavoro. I coefficienti delle importazioni nette da Est Europa e da Asia mostrano valori coerenti con le aspettative. Mentre nel primo caso il coefficiente non è significativo e dunque le

importazioni nette da Est Europa non sembrano avere influenzato l'occupazione, le importazioni nette dall'area asiatica mostrano un forte impatto negativo e significativo (1%) sulla variabile dipendente. Il risultato appare piuttosto robusto: l'aumento delle importazioni nette dall'Asia, influenzate soprattutto dalla Cina, comporta una diminuzione dell'occupazione nei sistemi locali.

La variabile relativa al capitale ICTS diventa significativa (al 5%) e positiva quando viene inserito il controllo PA, che misura la quota di occupazione nel settore pubblico nell'anno base, e rimane tale anche quando nelle specificazioni complete si tiene conto delle caratteristiche dei sistemi locali. Un aumento dell'esposizione agli ICTS sembra pertanto avere un impatto positivo sulla crescita dell'occupazione locale. Tale risultato appare comunque meno robusto e meno forte dei precedenti.

Tabella 5. – *Determinanti della variazione dell'occupazione, 1991 - 2011 (OLS)*
Sistemi locali per specializzazione

Variabile dipendente: Log Δ Addetti *100	1	2	3	4	5	6	7
Δ Esposizione Robot	0.792	1.790**	1.573*	1.989**	8.360***	8.534***	8.338***
<i>Base: Sistemi senza specializzazione</i>							
Sistemi non manifatturieri				5.567***	9.540***	9.576***	9.579***
Sistemi del Made in Italy				3.402	3.859	3.519	4.009
Sistemi della manifattura pesante				-0.366	8.745**	7.558*	7.571*
<i>Base: Sistemi senza specializzazione * Δ Robot</i>							
Sistemi non manifatturieri * Δ Robot					-6.245*	-6.283*	-6.165*
Sistemi del Made in Italy * Δ Robot					-3.491	-3.429	-3.432
Sistemi della maifattura pesante * Δ Robot					-8.456***	-7.812**	-7.819**
Δ Esposizione ICTS		0.354	2.138**	1.935**	2.006**	1.886*	1.995**
Δ Import nette Est EU		-3.891	-3.331	-3.689	0.875		1.169
Δ Import nette Asia		-2.464**	-3.439***	-3.451***	-2.962***		-2.953***
Δ Import nette Tot						-3.056***	
Settore Pubblico su addetti al 1991			-1.373***	-131.112***	123.964***	-121.670**	-123.178***
Dummy regionali	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Constant	0.848	1.451	4.369	0.590	-4.743	-5.432	-5.153
Observations	686	686	686	686	686	686	682
R-squared	0.228	0.237	0.264	0.274	0.290	0.288	0.291

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Concentrando l'attenzione sulla relazione tra tipo di territorio e variazione dell'occupazione, i sistemi non manifatturieri mostrano un coefficiente positivo e fortemente significativo rispetto ai

sistemi senza specializzazione, mentre i sistemi della manifattura non mostrano alcun effetto statisticamente rilevante. La crescita dell'occupazione sembra pertanto interessare maggiormente i sistemi urbani e a vocazione turistica. È un risultato coerente con le attese, dato che l'occupazione è cresciuta soprattutto nei servizi.

Interessante è il coefficiente proprio della variabile PA, che mostra una relazione negativa e significativa (1%) con la variabile dipendente. Questa variabile cattura in larga misura, territori, localizzati prevalentemente nel Mezzogiorno, dove il settore pubblico ha da sempre offerto le maggiori opportunità di lavoro. Si tratta dei sistemi locali che, con il progressivo ridimensionamento del settore pubblico lungo tutto il periodo considerato, fanno fatica a intraprendere un cammino di crescita.

Nella colonna 5 e successive viene presentato il modello integrato dalle interazioni tra robot e specializzazione dei sistemi locali. Un primo suggerimento di quanto la robotizzazione abbia avuto effetti eterogenei tra le specializzazioni dei sistemi locali è dato dal coefficiente della variabile Δ Robot, che risulta statisticamente significativo all'1% ed è maggiore di quello presentato nella colonna 4. I successivi controlli di robustezza (colonne 6 e 7) confermano i risultati appena commentati.

Di particolare interesse è l'analisi della relazione tra crescita dell'occupazione e tipologia dei sistemi locali. Questa relazione appare positiva e significativa (1%) per i sistemi non-manifatturieri, soprattutto sistemi urbani e turistici, e per i sistemi specializzati nella manifattura pesante, anche se la significatività è minore e meno robusta. L'analisi dell'interazione tra esposizione ai robot e tipologia di sistema locale consente tuttavia di qualificare questo risultato e di valutare il ruolo dei robot nell'influenzare la crescita.

Tabella 6. – *Effetti marginali della variazione della robotizzazione per i sistemi locali ISTAT*

Δ Robot x Specializzazione ISTAT	dy/dx	Std. Err.	t	P>t	(95% Conf. Interval)	
Sistemi senza specializzazione	8.36	2.98	2.80	0.01	2.50	14.22
Sistemi non manifatturieri	2.11	2.23	0.95	0.34	-2.26	6.49
Sistemi del made in Italy	4.87	1.42	3.42	0.00	2.08	7.66
Sistemi della manifattura pesante	-0.10	1.03	-0.09	0.93	-2.12	1.93

Lo studio dei *margins* (Tabella 6), condotto a seguito della regressione mostrata in colonna (5) della Tabella precedente, fornisce elementi di valutazione in questa direzione permettendoci di analizzare l'effetto marginale della variazione della robotizzazione sulla variazione degli addetti per ciascuna specializzazione dei sistemi locali. Come si può notare, il coefficiente di Δ Robot non è significativo sia per i sistemi non-manifatturieri che per i quelli della manifattura pesante. In quest'ultimo caso, il coefficiente è negativo ma non statisticamente significativo. In altre parole, questi sistemi locali crescono nel periodo più degli altri, a parità di altre condizioni, ma non per effetto della robotizzazione. Sembra invece esserci stato un effetto positivo della robotizzazione per i sistemi senza specializzazione (+8.36) e, anche se in misura meno sensibile, per i sistemi del Made in Italy (+4.87).

Qualche commento infine sui coefficienti delle *dummy* regionali. Rispetto alla regione di riferimento e più robotizzata, il Piemonte, non vi sono regioni che presentano coefficienti negativi. Al contrario, Trentino-Alto-Adige, Veneto, Umbria, Marche, Puglia e Sicilia hanno coefficienti

positivi e significativi. Vi sono quindi effetti propri delle regioni non catturati dalle altre covariate che differiscono tra le aree.

Tabella 7. – *Determinanti della variazione dell'occupazione, 1991 - 2011 (OLS) (Distretti industriali per specializzazione)*

Variabile dipendente: Log Δ Addetti * 100	1	2	3	4	5
Δ Robot	0.792	1.826**	1.881**	1.791***	2.869***
Variabile di base: <i>SLL non distretti</i>					
Distretti “altri”		2,959	9.455**	9.368**	10.275**
Meccanica		-3,794	-11.889**	-11.848**	-10.544*
Moda		4,392	-3,020	-3,040	-1,925
Variabile di base: <i>SLL non distretti*Δ Robot</i>			0.000	0.000	0.000
Distretti “altri”* Δ Robot			-4.180*	-4.087*	-5.006**
Meccanica* Δ Robot			4,389	4,408	3,378
Moda* Δ Robot			6.746**	6.799**	5.810*
Δ ICTS		2.223**	2.183**	2.199**	2.174**
Δ Importazioni nette da Est Europa		-3,995	-4,790		-3,407
Δ Importazioni nette da Asia		-4.325***	-4.308***		-4.302***
Δ Importazioni nette complessive				-4.288***	
Settore Pubblico su addetti al 1991		-138.645***	-136.963***	-137.350***	-136.063***
Dummy regionali	3,329	7.269**	7.454**	7.323**	9.060**
Constant	Si	Si	Si	Si	Si
Observations	686	686	686	686	682
R-squared	0.228	0.270	0.282	0.282	0.286

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

La Tabella 7 riporta i risultati delle analisi che classificano i sistemi locali a seconda della tipologia di distretto industriale. È opportuno concentrarsi sulla relazione tra queste tipologie e la variabile dipendente, in quanto i risultati relativi alle altre variabili indipendenti e di controllo sono del tutto simili a quelli illustrati nella Tabella 5. L'unica differenza degna di nota è la variabile ICTS, che appare più robusta in tutte le regressioni con un segno positivo e una significatività al 5%.

Quattro sono le tipologie di distretto industriale analizzate. In generale e rispetto ai non-distretti, i distretti “Altri” sembrano mostrare una relazione positiva e significativa (5%) con la crescita, mentre i distretti della meccanica risultano negativamente correlati con l'aumento dell'occupazione.

Anche in questo caso, l'analisi *margins* (Tabella 8) consente di approfondire questi risultati attraverso la valutazione dell'interazione tra variazioni di robot e specializzazione dei distretti rispetto alla variazione dell'occupazione. Nel commento ci si riferisce alla regressione della colonna (3). Tale

relazione è positiva e significativa per i sistemi locali che non hanno le caratteristiche di distretto (+1.88) e ancor di più per i distretti della meccanica (+6.27) e della moda (+8.62) mentre non sembra vi sia alcuna relazione con i distretti “Altri”. Incrociando le due analisi, sembra dunque che la robotizzazione abbia avuto effetti positivi sui sistemi non distrettuali, e soprattutto sui distretti della meccanica e della moda. Nel caso della meccanica, in particolare, i distretti che investono più in robot hanno aumentato maggiormente l’occupazione *ceteris paribus* rispetto a quelli tecnologicamente più arretrati.

Tabella 8. – *Effetti marginali della variazione della robotizzazione per specializzazioni dei distretti industriali*

Δ Robot x Specializzazione distretti	dy/dx	Std. Err.	t	P>t	(95% Conf. Interval)	
Sistemi non distrettuali	1.88	0.90	2.09	0.04	0.11	3.65
Distretti “Altri”	-2.30	2.21	-1.04	0.30	-6.64	2.04
Meccanica	6.27	2.91	2.16	0.03	0.56	11.98
Moda	8.63	3.20	2.70	0.01	2.34	14.91

Nella Tabella 9 viene analizzato l’impatto dei robot e delle altre variabili di interesse sulla crescita dell’occupazione manifatturiera e separatamente su quella dei servizi, utilizzando sia i sistemi locali secondo la classificazione ISTAT, che i distretti industriali. Come termine di confronto, vengono anche riportati i risultati appena commentati con variabile dipendente l’occupazione totale.

Come prima considerazione, la variabile esposizione ai robot, sia quella generale che disaggregata per specializzazioni dei distretti e dei tipi di SLL, non sembra avere un impatto statisticamente significativo né sulla crescita dell’occupazione manifatturiera né dei servizi.

Passando alla specializzazione dei distretti, quelli residuali etichettati come “Altri” mostrano un coefficiente positivo rispetto alla variabile dipendente relativa agli addetti manifatturieri (il coefficiente è dello stesso segno ma ben maggiore rispetto a quello ricavata dall’analisi condotta sugli addetti totali e, al contrario, il segno è negativo e debolmente significativo (al 10%) nell’analisi condotta sugli addetti nei servizi. Con riferimento ai sistemi della meccanica, il coefficiente risulta negativo sia nell’analisi degli addetti totali che rispetto agli addetti dei servizi. Infine, si noti come nei sistemi non manifatturieri il segno sia positivo nelle analisi condotte rispetto agli addetti totali e dei servizi mentre risulta negativo rispetto agli addetti manifatturieri. I coefficienti relativi alla variazione degli ICTS appaiono significativi e positivi nel caso dei servizi, ma significativi e negativi nel caso dell’occupazione manifatturiera con i sistemi ISTAT. Rispetto all’esposizione agli ICTS dunque, sembra che i settori abbiano reagito in modo eterogeneo rispetto alla dinamica dell’occupazione.

Analogamente, mentre le importazioni nette dall’Est Europa non mostrano in alcun caso coefficienti significativi, le importazioni nette dall’Asia hanno un forte impatto negativo sugli addetti alla manifattura, con entrambe le tipologie di classificazione dei sistemi locali, mentre risultano positivi e statisticamente significativi nel caso degli addetti ai servizi.

Tabella 9. – *Determinanti della variazione dell'occupazione, dell'occupazione manifatturiera e dell'occupazione nei servizi, 1991 - 2011 (OLS)*

Variabile dipendente: Log Δ Addetti * 100	Occupazione Totale		Occupazione Manifattura		Occupazione Servizi	
	Distretti	Sistemi Istat	Distretti	Sistemi Istat	Distretti	Sistemi Istat
Δ Esposizione Robot	1.881**	8.360***	3.168*	2.405	-1.288	5.955
<i>Base: SLL non distretti</i>						
Distretti “altri”	9.455**		23.897***		-14.442*	
Meccanica	-11.889**		11.502		-23.390**	
Moda	-3.020		5.508		-8.528	
<i>Base: SLL non distretti*Δ Robot</i>						
Distretti “altri”* Δ Robot	-4.180*		-6.452		2.272	
Meccanica* Δ Robot	4.389		-0.503		4.892	
Moda* Δ Robot	6.746**		8.336		-1.590	
<i>Base: Sistemi senza spec.</i>						
Sistemi non manif.		9.540***		-16.944***		26.484***
Sistemi del made in Italy		3.859		6.368		-2.509
Sistemi della manif. pesante		8.745**		9.716		-0.971
<i>Base: Sistemi senza specializzazione*Δ Robot</i>						
Sistemi non man.* Δ Robot		-6.245*		2.677		-8.922
Sistemi del made in Italy* Δ Robot		-3.491		3.284		-6.775
Sistemi della man. pesante* Δ Robot		-8.456***		-3.012		-5.444
Δ Esposizione ICTS	2.183**	2.006**	-2,987	-11.892***	5.170***	3.949**
Δ Import nette Est EU	-4.790	0.875	0.233	9.032	-5.023	-8.156
Δ Import nette Asia	-4.308***	-2.962***	-10.744***	-11.892***	6.436***	8.931***
Dummy regionali	Si	Si	Si	Si	Si	Si

6. Discussione dei risultati

Dall'analisi delle stime econometriche, è possibile trarre alcune considerazioni generali che riconducono i risultati ottenuti al dibattito internazionale e alla riflessione sull'economia italiana.

Il primo importante risultato che emerge dall'analisi è l'assenza di effetti negativi dei robot sull'occupazione dei sistemi locali. Le macchine, per lo meno nel caso dell'Italia e nei venti anni considerati, non sembrano nemiche del lavoro umano. Introducendo i controlli territoriali e le altre

variabili di shock, emerge al contrario, e sorprendentemente, una relazione positiva e statisticamente significativa tra tecnologia e occupazione, che richiede una spiegazione accurata.

Occorre notare che questo risultato è in contrasto con quanto trovato da Acemoglu e Restrepo nell'esperienza degli Stati Uniti, dove i robot hanno avuto un forte effetto di sostituzione dei lavoratori nella manifattura, non compensato, nelle *Commuting zones*, da una crescita dei posti di lavoro in altri settori. Il dato italiano, invece, è apparentemente simile alle conclusioni di DFSW relative alla Germania, che non trovano evidenza di un complessivo impatto negativo associato all'introduzione dei robot nei sistemi locali. Si è detto apparentemente, perché in quest'ultimo lavoro le stime effettuate separatamente per l'occupazione manifatturiera mostrano un processo di sostituzione del lavoro ad opera dei robot, anche se meno forte rispetto agli USA. Ciò che è successo, come sottolineano gli autori, è che la perdita di lavoro nell'industria viene più che recuperata con la crescita del terziario. Con le nuove tecnologie, dunque, cambia la composizione settoriale dell'occupazione a sfavore della manifattura, ma senza conseguenze negative per le economie locali (al netto dei fattori congiunturali).

Nel caso dell'Italia, questo risultato non sembra verificarsi. Stimando separatamente l'occupazione della manifattura (Tabella 9), non compare infatti alcun effetto negativo dei robot sul lavoro. Cosa distingue l'Italia dalle altre economie? L'evidenza econometrica, in primo luogo, sembra coerente con i fatti stilizzati. L'occupazione manifatturiera nel suo complesso si è mantenuta stabile per quasi tutto il periodo, fino all'alba della crisi. Solo dopo il 2008 si è registrato un calo consistente degli addetti. La riduzione dell'occupazione, dunque, è più figlia della recessione che delle nuove tecnologie. Questo è provato anche dal fatto che il numero dei robot installati è cresciuto costantemente per poi fermarsi proprio negli ultimi tre anni (dati IFR). I robot non sono stati causa di rilevanti sostituzioni di lavoro nella manifattura, per lo meno dalla metà degli anni novanta fino al 2011. Osservando da vicino i singoli settori che hanno sperimentato una variazione rilevante della robotizzazione (*automotive*, soprattutto, ma anche industria farmaceutica, chimica e plastica, meccanica e metalli, macchinari e alimentare), l'occupazione, almeno fino alla crisi, è cresciuta rispetto ai primi anni novanta.

Quest'evidenza pone dei problemi interpretativi importanti. Si può ipotizzare che l'Italia sia ancora indietro nelle trasformazioni associate alla Quarta Rivoluzione Industriale, certamente in confronto alla Germania. Questa ipotesi trova riscontro nelle differenze di intensità della robotizzazione tra i due paesi: nel 2011 vi erano 196 robot ogni diecimila lavoratori in Germania, contro i 131 in Italia (dati IFR). I dati sui differenziali di produttività sembrano coerenti con questa valutazione. In Germania, peraltro, l'applicazione dei robot è settorialmente assai più concentrata: il 54% nella sola industria *automotive*, mentre in Italia è più dispersa e dunque l'impatto sui settori meno pronunciato.

Un'altra considerazione chiama direttamente in causa le caratteristiche dei robot e il loro inserimento nel processo produttivo. Senza ulteriori informazioni su come queste macchine trasformano l'organizzazione del lavoro e si combinano con altre macchine, è difficile trarre conclusioni attendibili sulle conseguenze nel mercato del lavoro. In parecchi settori, inoltre, la presenza dei robot è trascurabile e limitata probabilmente a poche imprese in un mare di unità produttive meno avanzate tecnologicamente. Ciò non significa, peraltro, che in queste industrie non siano in corso rilevanti trasformazioni nel modo di produrre e lavorare, anche se meno radicali dell'automazione.

Più in generale, cosa è realmente successo nell'industria italiana nei due decenni a cavallo del nuovo millennio? Che tipo di trasformazioni tecnologiche ci sono state? Una possibile lettura, che trova peraltro riscontro in diversi casi studio di singoli settori italiani, è che buona parte dei processi di ristrutturazione e automatizzazione dei processi produttivi sia avvenuta negli anni ottanta e nella prima metà degli anni novanta del secolo scorso, con un impatto significativo sui livelli occupazionali della manifattura. Per avere un'idea, tra il 1980 e il 1995 si sono persi circa un milione e mezzo di posti di lavoro (il 25%). È dunque plausibile che una buona parte dei robot siano entrati in impianti e

linee già automatizzati per sostituire macchinari vecchi e obsoleti, senza conseguenze rilevanti sul numero dei lavoratori. In sostanza, vi è forse stato un processo di *deepening of automation* di cui parlano Acemoglu e Restrepo (2019). Infine, l'influenza delle relazioni industriali può avere giocato la sua parte. Buona parte delle innovazioni tecnologiche riguardano presumibilmente medie e grandi imprese, dove gli accordi sindacali possono aver teso a stabilizzare i posti di lavoro. In ogni caso, tutte queste restano solo congetture e senza un'analisi approfondita dei settori e delle imprese è difficile arrivare a conclusioni più affidabili.

Rimane da interpretare il segno positivo e statisticamente significativo della relazione tra robot e occupazione, che appare robusto all'introduzione di altre variabili e controlli che non indeboliscono ma anzi rafforzano la significatività e il valore del coefficiente. L'effetto, tuttavia, quasi scompare per la sola occupazione manifatturiera (significatività al 10%) e si annulla per la sola occupazione dei servizi, come è naturale (Tabella 9). La stima delle regressioni nei due sotto-periodi 1991-2001 e 2001-1991 fornisce qualche interessante chiave di lettura (cfr. Appendice 1). La relazione positiva tra robot e occupazione risulta particolarmente forte e robusta nel primo periodo, anche in assenza di altri controlli, quando per i settori più importanti, secondo i dati IFR, l'introduzione dei robot conosce i tassi maggiori di crescita. I coefficienti invece sono meno significativi e meno robusti nel secondo periodo, soprattutto per la sola occupazione manifatturiera. Questo suggerisce che i robot utilizzati in Italia abbiano rappresentato più che altro un segnale di rinnovamento tecnologico delle imprese che non ha nuociuto all'occupazione. Si è tuttavia ancora lontani dagli effetti associati alla Quarta Rivoluzione Industriale e alle ultime generazioni di tecnologie e macchinari.

Un'ultima, non meno importante, spiegazione è da ricercare nella particolare distribuzione territoriale dell'industria italiana, che si concentra nelle aree più ricche e dinamiche del Nord e in parte del Centro del paese. È in questi territori che è maggiore l'esposizione ai robot, come si è visto. Si tratta di sistemi locali che, anche in presenza di shock negativi sulla manifattura, trovano nel territorio le risorse necessarie ad accrescere l'occupazione in altri settori, tra cui il terziario legato ai servizi alle imprese. In altri termini, in queste aree, la sostituzione di lavoro, quando vi è stata, ha avuto un contrappeso in effetti compensativi più forti.

Il controllo sulle tipologie di sistemi locali utilizzato nelle regressioni conferma come la crescita abbia interessato principalmente i sistemi non manifatturieri (urbani e turistici), che hanno conosciuto un grande balzo soprattutto nei servizi, e i sistemi della meccanica pesante, ma non per effetto della robotizzazione. I robot, al contrario, hanno contribuito alla crescita dei distretti della meccanica e dei sistemi non distrettuali, presumibilmente quelli caratterizzati da imprese medio-grandi. La dinamica positiva dei distretti "Altri" non sembra invece associata agli effetti della robotizzazione.

L'altro grande protagonista della rivoluzione tecnologica in corso da qualche decennio, il capitale ICTS (apparecchiature informatiche e di comunicazione, software, database), rappresenta l'ingrediente cruciale per la digitalizzazione dell'economia, per lo sviluppo dell'intelligenza artificiale, per i sistemi ciber-fisici che favoriscono l'integrazione tra macchine e tra cose. L'impatto sull'economia dei sistemi locali, tuttavia, è assai difficile da decifrare. A differenza dei robot, questi investimenti abbracciano molti settori, ben oltre la manifattura, ed esercitano un ruolo potente di trasformazione se non di vera e propria *disruption* in parecchie attività economiche, in piccole e grandi imprese, in impieghi sia *low-skilled* che altamente qualificati, come documenta ampiamente la vasta e varia letteratura sul tema. Questi investimenti, nel contempo, rappresentano un potente motore di innovazione e crescita, favoriscono la nascita di nuove professioni, nuovi servizi, nuovi prodotti, creando opportunità di lavoro che possono alimentare la crescita dell'occupazione e dell'economia.

Sia nel contributo di AR che di DFSW, non vi è traccia di alcun effetto negativo del capitale ITC sull'occupazione dei sistemi locali, anche perché, forse, i software-robot che sostituiscono lavoro sono assai più difficili da censire dei robot, per così dire, in "carne ed ossa". Ma non vi è neanche alcuna evidenza di effetti positivi e statisticamente significativi. I risultati delle stime relative all'Italia, da questo punto di vista, raccontano una storia parzialmente diversa. A parità di tutte le altre

condizioni, i sistemi locali che investono maggiormente in ICTS sembrano crescere a un passo più veloce. Non è, occorre dire, un risultato particolarmente forte o robusto, ma c'è qualche indizio di un effetto positivo. Nel caso della sola occupazione non-manifatturiera, l'impatto appare più significativo. Si tratta di investimenti che sono cresciuti fortemente nel primo periodo, fino al 2001-2002. Poi vi è stato un deciso rallentamento e molti settori hanno sperimentato una decrescita dello stock di capitale, ad eccezione della pubblica amministrazione che ha visto un aumento continuo fin quasi verso la fine del ventennio considerato.

Le analisi di regressione effettuate separatamente per i due periodi, che non trovano effetti di questa variabile nel primo decennio e un effetto negativo e significativo nel secondo, pongono però ulteriori dubbi sull'attendibilità complessiva dei risultati ottenuti. Certamente, anche nel caso dell'Italia, la crescita dell'occupazione terziaria ha più che compensato la perdita di occupazione manifatturiera in buona parte dei sistemi locali, soprattutto nelle regioni del Nord e, in misura minore, del Centro del paese. Quanto di questa crescita sia però attribuibile alle innovazioni tecnologiche e alla digitalizzazione resta però tutto da vedere.

Il terzo è più convincente risultato dell'analisi econometrica riguarda l'impatto del commercio con i paesi emergenti a basso costo del lavoro. In tutte le regressioni effettuate sull'intero periodo, il totale delle importazioni nette da queste aree è sempre negativo, robusto e significativo all'1%. Questo risultato, in realtà, ha un protagonista quasi assoluto: la Cina. Scomponendo la variabile nelle due aree dell'Asia e dell'Est Europa, infatti, sono sempre le importazioni dai paesi emergenti dall'Asia, di cui la Cina rappresenta circa tre quarti, ad avere un impatto negativo sulle imprese e sui lavoratori italiani. L'Europa orientale, al contrario, dove peraltro diverse produzioni sono state delocalizzate da imprese italiane nel periodo analizzato, rappresenta più un'opportunità che una minaccia per la nostra industria. Il saldo commerciale è infatti positivo per la gran parte dei settori, e questo spiega perché non si registri nessun impatto statisticamente significativo con l'occupazione, anche quando questa viene stimata solo per la manifattura.

Separando manifattura e servizi (Tabella 9), è interessante notare come il forte impatto, ovviamente negativo quando si stima la sola occupazione manifatturiera, risulti positivo e significativo nel caso dell'occupazione non manifatturiera. Un'interpretazione plausibile è che la pressione competitiva della Cina in alcune aree e settori abbia accelerato il ridimensionamento della manifattura a favore dei servizi e del terziario. Le mappe presentate in precedenza consentono di approfondire questa valutazione. Risulta evidente come vi sia scarsa sovrapposizione tra i sistemi locali maggiormente esposti ai robot e quelli più colpiti dalle importazioni competitive che provengono dall'Asia. In quest'ultimo caso, si ritrova molto Nord-Est e tutta la dorsale adriatica, oltre a diverse aree del Centro (Toscana e Umbria). Si tratta in larga parte dei distretti del tessile-abbigliamento e del cuoio-calzature, che hanno particolarmente risentito della concorrenza cinese. Questi settori sono infatti quelli che hanno perso relativamente più occupazione (-38%) nei venti anni considerati.

L'esperienza italiana sembra in questo caso assai simile a quella degli Stati Uniti, documentata in maniera convincente da Autor, Dorn e Hanson (2013), che dimostrano come l'esposizione alla concorrenza delle importazioni a basso costo abbia distrutto posti di lavoro nei territori specializzati in produzioni dove la Cina gode di vantaggi comparati.

Diversamente dall'Italia, in Germania l'esposizione al commercio con la Cina e l'Europa Orientale ha un effetto positivo sulla crescita locale (DFSW, 2017; Dauth et al., 2014). La Germania è un grande paese esportatore di prodotti a medio-alta tecnologia e non ha specializzazioni nei settori più facilmente soggetti alla concorrenza di prezzo dei paesi emergenti. Persino con la Cina, il saldo commerciale non presenta uno squilibrio rilevante come nel caso dell'Italia o, ancor di più, gli Stati Uniti. I paesi emergenti rappresentano un prezioso mercato di sbocco per l'industria tedesca, un risultato che l'industria italiana sembra ancora faticare a conseguire.

7. Conclusioni

Nel decennio trascorso nell'economia mondiale i processi di digitalizzazione sono divenuti certamente più intensi e hanno coinvolto in misura crescente molti aspetti della vita quotidiana, parti importanti dei processi di produzione e della organizzazione e gestione dei servizi. Sono gli anni in cui si affermano Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft, Alibaba, giù giù fino a Uber, AirB&B ai robot industriali, ai co-bot e alle infinite forme in fase di sperimentazione di “automazione dal colletto bianco”, dagli ausili legali e finanziari, alle applicazioni più svariate di intelligenza artificiale al mondo industriale alle meno visibili, ma non meno efficaci forme di automazione di ufficio. In una parola sono gli anni in cui diviene tangibile quella straordinaria evoluzione, denotata come Quarta Rivoluzione Industriale, che spiega perché, come osserva, Pierre Nateme, CEO di Accenture “just over half of the companies on the Fortune 500 have disappeared since the year 2000” (citato in Baldwin, 2019, p. 92). Un mondo in cui manifattura e servizi si mescolano, e le basi tecnologiche e le condizioni della concorrenza sono radicalmente mutati. Chi avrà il controllo dei robot, ci dice un osservatore solitamente attento e prudente come Richard Freeman, avrà il controllo del mondo (2016).

È a questo insieme di fenomeni che guarda la nuova generazione di studi che si occupano degli effetti sui mercati del lavoro del progresso tecnico. Un primo insieme di contributi studia nel dettaglio le caratteristiche delle diverse occupazioni e professioni cercando di prevedere, per ciascuna di esse, il grado di potenziale automazione e dunque la probabilità di sostituzione del lavoro (Frey e Osborne, 2013; Arntz, Gregory et al., 2016; Berriman e Hawksworth, 2017). I risultati di questa letteratura, come è noto, sono assai controversi e contrastanti: dipendono fortemente sia dal paese preso in considerazione sia dalla metodologia impiegata, in particolare dalle ipotesi specifiche sulla relazione tra *task* e posto di lavoro.

L'insieme di studi preso dal quale si sono prese le mosse in queste pagine cerca di stimare l'effetto dell'automazione sull'occupazione da una prospettiva differente, in un contesto più generale e con strumenti diversi. Prospettiva differente perché da proiezione di scenari futuri (e spesso inquietanti) si rivolge l'analisi alla misurazione di *ciò che è accaduto*. Più generale perché, pur in modo diversi, l'impatto dei robot sull'occupazione viene stimato congiuntamente ad altri due aspetti: l'investimento in *Information Technologies* e gli effetti degli scambi con l'estero. Con strumenti diversi perché si comprende che qualunque tentativo di misura degli effetti sull'occupazione non va riferito a una scala nazionale, ma piuttosto a una scala territoriale, con una grana più fine e, per quanto possibile, omogenea. Questi elementi sono i medesimi che connotano lo studio che si è proposto in queste pagine. E in questa luce vanno valutati i principali risultati ottenuti.

Vanno ricordati alcuni aspetti carattere generale, già menzionati nelle pagine precedenti, quali inviti alla cautela nella lettura dei risultati. Il primo è relativo all'intervallo temporale della analisi. L'intervallo temporale (1991 al 2011) – comparabile a quello degli altri studi – pone limiti severi su *ciò che è possibile vedere*. Più che nel passato, oggi probabilmente per comprendere gli effetti della digitalizzazione sulla economia e, in particolare sulla occupazione, è proprio ai servizi e non alla manifattura che bisogna guardare, senza trascurare ciò che sta avvenendo nella pubblica amministrazione. Questo non significa, ovviamente, che nella manifattura sia successo già tutto: le fabbriche pienamente digitalizzate e “connesse”, anche nelle aree più industrializzate del paese sono ancora oggi una minoranza (Fareri et al, 2019). L'intervallo temporale va tenuto presente anche perché nel 2011 l'Italia è nel pieno della crisi: gli effetti derivanti dalla esposizione al commercio estero e dalla digitalizzazione dell'economia si mescolano a quelli che, per pura convenzione, in relazione all'ultima crisi, denotiamo come “ciclici”. Proprio a partire dal 2011, inoltre, come si è già ricordato, si accentua la divaricazione rispetto agli altri paesi sia sui trend occupazionali sia sugli

investimenti in robot e ICT. Un'ulteriore considerazione riguarda la base di dati relativa ai robot. I dati forniti dalla *International Federation of Robotics*, come già osservato, non danno conto di un aspetto assai rilevante per l'Italia. La banca dati, infatti, fornisce i dati sui robot *installati*. In Italia, negli ultimi dieci anni, si è aperta una forbice rilevante tra robot installati e robot venduti. Parte della divaricazione è spiegata dagli impiantisti che comprano in Italia e installano all'estero, uno dei modi in cui le idee viaggiano tra i paesi e si caratterizza della concorrenza. Questo è particolarmente rilevante per taluni sistemi produttivi (si pensi, ad esempio, alle calzature, all'industria delle piastrelle alle lastre per copertura, o a alcuni comparti e sistemi produttivi dell'industria alimentare). Un altro aspetto su cui l'informazione è carente è il seguente: tanto più i robot sono sofisticati tanto occorre prestare attenzione alle loro caratteristiche e alle loro funzioni e alle diverse forme di integrazione/ibridazione di macchine e lavoro umano nei processi produttivi. Cosa sostituisce cosa. (Sandler, 1999; Daugherty e Wilson, 2018). Questo, in realtà, i dati utilizzati non consentono di dirlo.

L'aspetto davvero innovativo del filone nel quale si colloca la ricerca proposta, è comprendere che la scala di analisi rilevante non è quella costituita dai territori nazionali, nella quale accadono molte cose differenti e spesso contrastanti, ma da territori omogenei. Sorgono ovviamente i problemi metodologici di cui si è detto nelle pagine precedenti (come ricordare nel tempo i dati sui SLL quando non siano disponibili, i dati, quale criterio scegliere per attribuire ai SLL dati disponibili solo su scala nazionale e così di seguito). Ma è con questi occhiali che si comprende per davvero quali tipi di partite siano in corso e quanto siano rilevanti per l'intero paese. In questa chiave vanno letti i risultati esposti nelle pagine precedenti. Per esigenze di spazio ci limitiamo a due considerazioni, entrambe con implicazioni metodologiche.

La prima è relativa al fattore di maggiore impatto sulla occupazione. I risultati non evidenziano andamenti particolarmente lontani da quelli che era ragionevole attendersi. Ci dicono in primo luogo che tra la digitalizzazione dell'economia e la globalizzazione il fattore che ha avuto un maggiore impatto è stato nettamente il secondo. Nel ventennio considerato, a determinare la contrazione dell'occupazione, e in particolare l'occupazione manifatturiera, è stata la penetrazione delle importazioni dai paesi di nuova industrializzazione e, in particolare dall'Asia. L'aumento del commercio con i paesi asiatici e, soprattutto con la Cina, ha generato saldi commerciali negativi, spiazzando imprese e occupazione nei sistemi locali italiani. Questo ha ovviamente a che fare con il modello di specializzazione dell'Italia. Spiega in buona parte sia il severo processo di selezione tra le imprese nei settori più esposti alla concorrenza dei paesi di nuova industrializzazione; sia il tentativo di qualificare, ove si riesca, le produzioni. Un andamento analogo non lo si osserva in Germania che ha una posizione assai più forte nei paesi asiatici e in Cina. E non lo si osserva, per ragioni analoghe, neppure in Italia nel caso del commercio con i paesi dell'est europeo. L'impatto come, si è mostrato, non è omogeneo nel territorio nazionale ad essere colpiti maggiormente sono i sistemi locali e i distretti industriali più fragili.

La seconda osservazione riguarda il risultato sui robot. I robot in Italia sono, come si è detto, molto concentrati in alcune industrie (es. l'*automotive*, quel che rimane degli elettrodomestici bianchi, le macchine industriali, la farmaceutica, la plastica, e simili) le quali, a loro volta, hanno una fortissima concentrazione territoriale. È in riferimento ai sistemi locali coinvolti, dunque, e non all'intero paese che è utile interrogarsi sugli effetti della loro introduzione (scegliendo anche, come si è fatto, un criterio di analisi che guardi più agli effetti sul sistema locale che agli effetti sull'intero paese). In questa chiave si comprende anche l'inversione del segno (rispetto agli altri studi) dell'effetto robot: l'effetto positivo è, infatti, strettamente connesso al loro concentrarsi nelle aree più ricche e con maggiori opportunità di lavoro. Nei sistemi locali e nei distretti industriali più sviluppati e competitivi, l'introduzione di robot negli impianti o è assorbita da un aumento dell'efficienza (e della domanda di prodotto) per l'impresa che innova il processo oppure, anche qualora determinasse una contrazione degli addetti, viene facilmente riassorbita dalle maggiori opportunità di lavoro nel

sistema locale sia nell'industria sia nei servizi.

Nulla garantisce che un'intensificazione della digitalizzazione non determini effetti ancora più rilevanti rispetto agli attuali a favore dei profitti. E nulla garantisce che si manifestino, in misura assai più forte di quanto è accaduto nel ventennio preso in esame fenomeni importanti di disoccupazione tecnologica.

In sede di conclusioni ci limitiamo a sottolineare un aspetto su possibili sviluppi futuri nella prospettiva di ricerca indicata. La portata dei processi in atto nei mercati del lavoro richiederà certamente una grande attenzione sugli indicatori principali a livello delle diverse macro-regioni e dell'insieme del paese. Ma vi sono processi che potranno essere pienamente compresi solo studiando cosa accade nei sistemi produttivi locali. Soprattutto nella manifattura (ma non solo) tra i lavoratori occupati e i lavoratori in cerca di lavoro, diversi per età e provenienza territoriale, potranno determinarsi dinamiche e effetti di sostituzione assai complessi. Per consentire di misurare questi fenomeni, il data base costruito andrà affinato includendo variabili (in termini di remunerazioni stimate, composizione della popolazione, livelli di istruzione, flussi migratori, ecc.) che in questo studio non è stato possibile prendere in considerazione.

Riferimenti bibliografici

- Acemoglu D. e Restrepo P. (2017), "Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets", *NBER Working Paper Series*, Working Paper n. 23285, pp. 1-62.
- Acemoglu D. e Restrepo P. (2019), "Artificial Intelligence, Automation, and Work", in A. Agrawal, J. Gans e A. Goldfarb (eds), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, University of Chicago Press, Chicago, pp. 197-236.
- Agrawal A., Gans J. e Goldfarb A. (2018), *Prediction Machines. The Simple Economics of Artificial Intelligence*, Boston, Harvard Business Review Press.
- Arntz M., Gregory T. e Zierahn U. (2016), "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: a Comparative Analysis". *OECD Social, Employment and Migration*, Working Paper n. 189.
- Autor D.H., Dorn D. e Hanson G.H. (2013a), "The Geography of Trade and Technology Shocks in the United States", *American Economic Review: Papers & Proceedings*, vol. 103, n. 3, pp. 220-225.
- Autor D.H., Dorn D., e Hanson G.H. (2013b), "The China Syndrome: Local Labor Market Effects of Import Competition in the United States", *American Economic Review*, vol. 103, n. 6, pp. 2121-68.
- Autor D.H., Dorn D. e Hanson G.H. (2015), "Untangling Trade and Technology: Evidence from Local Labour Markets", *Economic Journal*, vol. 125, n. 584, pp. 621-646.
- Autor D.H., Dorn D. e Hanson G.H. (2016), "The China Shock. Learning from Labor-Market Adjustment to Large Changes in Trade", *Annual Review of Economics*, vol. 8, October, pp. 205-40.
- Baldwin R. (2016), *The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization*. Cambridge (MA), Harvard University Press.
- Baldwin R. (2019), *The Globotics Upheaval. Globalization, Robotics, and the Future of Work*, London, Weidenfeld&Nicolson.
- Battilani P. e Fauri F. (2019), *L'economia italiana dal 1945 a oggi*, (II ed), Bologna, Il Mulino.
- Bellandi M. e Caloffi A., a cura di, (2014), *I nuovi distretti industriali. Rapporto di Artimino sullo sviluppo locale 2012-2013*, Bologna, il Mulino.

- Berriman, R. e Hawksworth J. (2017), "Will Robots Steal Our Jobs? The Potential Impact of Automation on the UK and Other Major Economies." *UK Economic Outlook*, March.
- Berta G. (2004). "Metamorfosi. L'industria italiana tra declino e trasformazione", Milano, Università Bocconi.
- Bianchi M., Bianco M. Giacomelli S., Paces A.M. e Trento S. (2005), *Proprietà e controllo delle imprese in Italia. Alle radici delle difficoltà competitive della nostra industria*, Bologna, il Mulino.
- Bianchi P. (2004), "L'industria italiana", *Rivista italiana degli economisti*, a. IX, supplemento al n. 1, pp.117-138.
- Bigarelli D. (2013), "Gli effetti della crisi e del mutamento strutturale sulle imprese di subfornitura" in G. Fiorani, V. Rieser e G. Solinas (2013), *Un'economia sviluppata nella crisi. Mutamento strutturale e prospettive*, Modena, Fondazione Del Monte.
- Biggiero L. (2002), "The Location of Multinationals in Industrial Districts: Knowledge Transfer in Biomedicals", *Journal of Technology Transfer*, vol. 27, pp. 111-122.
- Bodei R. (2019), *Dominio e sottomissione. Schiavi, animali, macchine, intelligenza artificiale*. Bologna, Il Mulino.
- Bonifati G. (2020), "Is Automation Beneficial for Society as a Whole? What We Can Learn Re-reading Ricardo and Marx on Machinery and Labour" in M.C. Marcuzzo, A. Palumbo e P. Villa, eds., *Economic Policy, Crisis and Innovation: Beyond Austerity in Europe*, London, Routledge, pp. 203-219.
- Bordo D.M., Eichengreen B. e Irwin D.A. (1999), "Is Globalization Today Really Different than Globalization a Hundred Years Ago?" *NBER Working Paper Series*, Working Paper n. 7195.
- Cainelli G. e Iacobucci D. (2005), "I gruppi di impresa e le nuove forme organizzative del capitalismo locale italiano", *L'industria*, n. 2, pp. 237-256.
- Chiacchio F., Petropoulos G. e Pichler D. (2018), "The Impact of Industrial Robots on EU Employment and Wages: A Local Labour Market Approach", *Bruegel Working Paper*, Issue 2, 18 April, pp. 1-35.
- Ciocca P. (2004), "L'economia italiana. Un problema di crescita", *Rivista Italiana degli economisti*, a. IX, supplemento al n. 1, pp. 7-28.
- Ciocca P. (2007), *Ricchi per sempre? Una storia economica dell'Italia (1796-2005)*, Torino, Bollati-Boringhieri.
- Coltorti F., Resciniti R., Tunisini A. e Varaldo R., a cura di, (2013), *Mid-sized Manufacturing Companies: the New Driver of Italian Competitiveness*, Milano, Springer Verlag Italia.
- Daugherty P.R. e Wilson H.J. (2018), *Human + Machine. Reimagining Work in the Age of AI*, Boston Harvard Business Review Press.
- Dauth, W., Findeisen S., Suedekum J. (2014), "The Rise of the East and the Far East: German Labor Markets and the Trade Integration" *Journal of the European Economic Association*, 12, 6, pp. 1643-1675.
- Dauth, W., Findeisen S., Suedekum J. e Woessner N. (2017a), "German Robots-the Impact of Industrial Robots on Workers", *CEPR Discussion Paper*, n. DP12306, pp. 1-57.
- Dauth, W., Findeisen S., Suedekum J., e Woessner N. (2017b), "Trade and Manufacturing Jobs in Germany", *American Economic Review: Papers and Proceedings*, 107, 5, pp. 337-342
- De Cecco M. (2004), "Alle radici del problema dell'industria italiana nel secondo dopoguerra", *Rivista italiana degli economisti*, a. IX, supplemento al n. 1, pp. 103-116.
- De Propis L., Driffield N. e Menghinello S. (2005), "Local Industrial Systems and the Location of FDI in Italy", in *International Journal of the Economics of Business*, vol. 12, n. 1, pp. 105-121.
- Di Giacinto V., Gomellini M, Micucci G. e Pagnini M. (2012), "Mapping Local Productivity Advantages in Italy: Industrial Districts, Cities or Both", *Temi di Discussione*, Banca d'Italia, n. 850.

- Di Martino e Vasta M., a cura di, (2018), *Ricchi per caso*, il Mulino, Bologna.
- Faini R. (2003). “Fu vero declino. L’Italia degli anni Novanta”, *il Mulino*, 6/2003, pp.1072-1083.
- Faini R. e Sapir A (2005), “Un modello obsoleto. Crescita e specializzazione dell’Economia italiana”. Fondazione Rodolfo Debenedetti. Ripubblicato in T. Boeri, R. Faini, A. Ichino, G. Pisauro e C. Scarpa, *Oltre il declino*, Bologna.
- Fareri S., Giordano V. e Solinas G. (2019), “La maturità digitale delle imprese in Emilia-Romagna — Primi risultati” in *Rapporto sull’economia regionale 2019*, Unioncamere e Regione Emilia-Romagna, pp.141-169, (<http://www.ucer.camcom.it>; <http://imprese.regione.emilia-romagna.it>).
- Federico S. (2014), “Industry Dynamics and Competition from Low-Wage Countries: Evidence on Italy”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 76, n. 3, pp. 389-410.
- Felice E. (2015), *Ascesa e declino*, Bologna, il Mulino.
- Felice E. e Pagano U. (2019), “Il declino dell’economia italiana. Una riflessione che parte dal pensiero di Marcello De Cecco”, *L’industria*, a. XL, n. 2, aprile-giugno 2019, pp.185-195.
- Frankel J. (2016), “Globalization and Chinese Growth: End of Trends?”, in P. Onofri, *Il grande sconvolgimento*, Bologna, il Mulino.
- Freeman R.B. (2005), What Really Ails Europe (and America): the Doubling of the Global Workforce. The Globalist, 3 giugno (<http://www.theglobalist.com/storyid.aspx?StoryId=4542>).
- Freeman R.B. e Huang W. (2015), “China’s ‘Great Leap Forward’ in Science and Engineering”, *NBER Working Paper Series*, Working Paper n. 21081
- Freeman R.B. (2016), “Who Owns the Robots Rules the World: The deeper threat of robotization” *Harvard Magazine*. (<https://scholar.harvard.edu/freeman/publications>)
- Freeman R.B. e Xie Q. (2018). “Bigger than You Thought: China’s Contribution to Scientific Publications and Its Impact on the Global Economy”, *NBER Working Paper Series*, Working Paper n. 24829.
- Frey C.B. e Osborne M.A. (2013), *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization?* Oxford Martin Programme on The Impact of Future Technologies, University of Oxford. Revised in *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, 114, pp. 254-280.
- Gallino L. (2003). *La scomparsa dell’Italia industriale*, Torino, Einaudi.
- Gallo R. e Silva F. (2006). *Le condizioni per crescere. Diagnosi e proposte per il sistema produttivo*, Milano, Edizioni Il Sole-24 ore.
- Giardino R. e Solinas G. (2019), “Controllo italiano, controllo estero. Cosa è meglio? - Implicazioni per lo sviluppo locale” in *Economia & Lavoro*, 2019, anno LIII, n. 1, pp. 75-114.
- Giunta A. e Rossi S. (2017), *Che cosa sa fare l’Italia. La nostra economia dopo la grande crisi*, Roma-Bari-Laterza.
- Glaeser E. (2008), *Agglomeration and Spatial Equilibrium*, Oxford, Oxford University Press.
- Graetz G. e Michaels G. (2015), “Robots at Work”, *CEP Discussion Paper*, n. 1335, pp. 1-53.
- Graetz G. e Michaels G. (2018), “Robots at Work”, *The Review of Economics and Statistics*, vol. 100, n. 5, pp. 753-768.
- Grillo M. (2004). “Dentro un’economia che non gira”, in *il Mulino*, 3/2004.
- Henderson J. e Vernon J. (2003), “Marshall’s Scale Economies”, *Journal of Urban Economics*, vol. 55, n. 1, pp. 1-28.
- IFR – International Federation of Robotics (2016), *World Robotics*, (<https://ifr.org>)
- Manzocchi S., Quintieri B. e Santoni G. (2017), “Local Manufacturing Productivity Markers: An Empirical Study of the Italian Counties”, *Annals of Regional Sciences*, 59, pp.255-279.
- Mishel L. e Bivens J. (2017), “The Zombie Robot Argument Lurches On”, *Economic Policy Institute*, Report, May 24, Washington DC.
- Moretti E. (2011), “Local Labor Markets”, in O. Ashenfelter e D. Card, a cura di, *Handbook of Labor Economics*, London, Elsevier, pp. 1237-1313.

- Mosconi F. (2012), *La metamorfosi del 'Modello emiliano'. L'Emilia Romagna e i distretti industriali che cambiano*, Bologna, il Mulino.
- Nardozi G. (2004), *Miracolo e declino. L'Italia fra concorrenza e protezione*. Roma-Bari, Laterza.
- Omiccioli M., a cura di, (2013), *I sistemi produttivi locali. Trasformazioni fra globalizzazione e crisi*. Roma, Carocci.
- Paba S. e Solinas G. (2018), "In Favour of Machines (But Not Forgetting the Workers): Some Considerations on the Fourth Industrial Revolution". In E. Ales, Y. Curzi, T. Fabbri, O Rymkevith, I. Senatori e Solinas G., a cura di, *Working in Digital and Smart Organizations – Legal, Economic and Organizational Perspectives on the Digitalization of Labour Relations*, Palgrave-Macmillan, pp. 39-64.
- Pini P. (1991), *Progresso tecnico e occupazione. Analisi economica degli effetti di compensazione agli inizi dell'ottocento*, Bologna il Mulino.
- Rodrick D. (2015), *La globalizzazione intelligente*, Roma-Bari, Laterza; trad. it. di *The Globalization Paradox. Democracy and the Future of the World Economy*, New York, W.W. Norton.
- Rodrik D. (2019), *Dirla tutta sul mercato globale. Idee per un'economia mondiale assennata*, Torino, Einaudi, trad. it. di *Straight Talk on Trade. Ideas for a Sane World Economy*, 2018.
- Rossi S. (2006), *La regina e il cavallo. Quattro mosse contro il declino*. Roma-Bari, Laterza.
- R&I (2011), *L'impatto della crisi sulla subfornitura meccanica in Emilia-Romagna*, Bologna, Regione Emilia-Romagna.
- R&I (2017), *La subfornitura meccanica in Emilia-Romagna fra crisi e riorganizzazione delle filiere*. Bologna, Regione Emilia Romagna.
- Saltari E. e Travaglini G. (2006), *Le radici del declino economico. Occupazione e produttività in Italia nell'ultimo decennio*. Torino, Utet.
- Samuelson P.A. (2004), "Where Ricardo and Mill Rebut and Confirm Arguments of Mainstream Economists Supporting Globalization", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 19, n. 3, pp. 135-46.
- Sandler B.Z. (1999), *Robotic. Designing the Mechanism for Automated Machinery*, San Diego, Academic Press.
- Signorini L.F. e Omiccioli M., a cura di, (2005), *Economie locali e competizione globale. Il localismo industriale di fronte a nuove sfide*, Bologna, il Mulino.
- Solinas G (2006) "Integrazione dei mercati e riaggiustamento nei distretti industriali", *Sinergie*, n. 1, 2006, pp. 87-114.
- Standing G. (2012), *Precari. La nuova classe esplosiva*, Bologna, il Mulino; trad. it. di *The Precariat: the New Dangerous Class*, London-New York, Bloomsbury Academic.
- Tattara G., Corò G. e Volpe M. (2006), *Andarsene per continuare a crescere. La delocalizzazione italiana come strategia competitiva*, Roma, Carocci.
- Toniolo G. (2004), "L'Italia verso il declino economico. Ipotesi e congetture di una prospettiva secolare", *Rivista italiana degli Economisti*, a. IX, supplemento al n. 1, pp.-29-46.
- Toniolo G. e Visco V., a cura di, (2004), *Il declino economico dell'Italia*. Milano, Mondadori.
- Trento S. (2003), "Stagnazione e frammentazione produttiva", *il Mulino*, 6/2003, pp. 1093-1102.
- Vaciago G. (2003), "Il Declino dell'economia italiana", *il Mulino*, 6/2003, pp. 1084-1092.
- Vollrath D. (2016), "More on Decomposing US Productivity Growth" ([http:// growthecon.com/blog/More-Decomp/](http://growthecon.com/blog/More-Decomp/)).

APPENDICE 1.

Di seguito si riportano le tabelle a cui si è fatto riferimento, ma non sono state incluse in testo.

Tabella A1 – *Analisi delle determinanti della variazione dell'occupazione tra il 1991 e il 2001*

Variabile dipendente: Log Δ Addetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ Robot	0.706***	1.592***	6.310***	6.698***	7.215***	6.233***	7.170***	7.512***	7.447***	7.204***
<i>Variabile di base: Moda</i>										
SLL non distretti		-2.363	2.213	2.823	4.407*	3.134	3.833	5.771**	5.663**	3.657
Distretti "altri"		3.527*	8.771**	8.786**	7.855**	6.641*	6.668*	7.304*	8.084**	7.792**
Meccanica		-1.401	2.698	1.678	0.748	-0.247	0.177	2.014	1.934	0.868
<i>Variabile di base: Moda*Δ Robot</i>										
SLL non distretti* Δ Robot			-5.679***	-5.395***	-5.814***	-5.571***	-5.777***	-6.191***	-6.098***	-5.354***
Distretti "altri" * Δ Robot			-4.313*	-4.458*	-4.246*	-4.617*	-3.812	-4.090	-4.362*	-4.187*
Meccanica* Δ Robot			-3.376	-3.438	-3.413	-3.120	-3.220	-4.080	-3.982	-3.407
Δ ICTL		0.041		-0.048	0.032	-0.010	-0.007	0.073	0.081	0.028
Δ Importazioni nette da est Europa		-8.882***		-9.763***	-8.410***				-7.842***	-7.591***
Δ Importazioni nette da Asia		-0.698		2.729	-0.465				-1.354	-0.544
Δ Importazioni da est Europa						-8.441***				
Δ Importazioni da Asia						11.576***				
Δ Importazioni nette complessive							-5.238***	-5.257***		
Quota manifattura al 1991								11.485*	8.066	
Costante	1.605***	8.534***	-1.790	-6.515**	2.076	2.857	6.216*	1.442	-0.518	2.357
Interazione Settore - Δ Robot			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Senza outlier										✓
Dummy regionali		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Numero osservazioni	686	686	686	686	686	686	686	686	686	682
R quadro	0.014	0.190	0.076	0.113	0.205	0.206	0.199	0.203	0.207	0.211

Tabella A2 – *Analisi delle determinanti della variazione dell'occupazione tra il 2001 e il 2011*

Variabile dipendente: Log Δ Addetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ Robot	0.151	-0.143	2.984**	1.924	2.421*	2.928**	2.785**	2.483*	2.219	2.431*
<i>Variabile di base: Moda</i>										
SLL non distretti		-0.507	6.896**	2.933	3.850	6.298**	4.802	3.090	2.540	3.849
Distretti "altri"		-3.312	6.434	1.377	3.423	5.822	5.014	4.493	3.216	3.407
Meccanica		-6.161**	0.472	-2.811	-0.722	1.349	-0.065	-0.521	-1.011	-0.643
<i>Variabile di base: Moda*Δ Robot</i>										
SLL non distretti* Δ Robot			-2.895*	-2.029	-2.554*	-3.054**	-2.668*	-2.382*	-2.329	-2.544*
Distretti "altri" * Δ Robot			-3.527*	-2.621	-3.472**	-3.940**	-3.869**	-3.462**	-3.187*	-3.463**
Meccanica* Δ Robot			-2.606	-2.185	-2.981	-3.399	-3.051	-2.764	-2.749	-3.003
Δ ICTL		-0.388***		-0.648***	-0.383***	-0.321**	-0.347**	-0.476***	-0.487***	-0.386***
Δ Importazioni nette da est Europa		0.521		0.624	0.481				0.544	0.616
Δ Importazioni nette da Asia		-1.428***		-1.624***	-1.312***				-0.984**	-1.283***
Δ Importazioni da est Europa						0.424				
Δ Importazioni da Asia						-0.541*				
Δ Importazioni nette complessive							-0.981**	-0.651		
Quota manifattura al 1991								-13.350**	-11.303*	
Costante	-0.471	26.371***	-6.522**	5.839	21.821***	17.178***	19.728***	23.346***	24.575***	21.633***
Interazione Settore - Δ Robot			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Senza outlier										✓
Dummy regionali		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Numero osservazioni	686	686	686	686	686	686	686	686	686	682
R quadro	0.001	0.251	0.020	0.058	0.256	0.247	0.250	0.256	0.260	0.257

p. value: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella A3 – *Analisi delle determinanti della variazione degli addetti manifatturieri tra il 1991 e il 2001*

Variabile dipendente: Log Δ Addetti manifatturieri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ Robot	0.230	-0.564	8.963**	8.376**	10.022***	10.919***	10.122***	9.056**	9.178**	10.026***
<i>Variabile di base: Moda</i>										
SLL non distretti		-4.784	5.055	4.892	7.748	5.900	9.013	2.972	3.176	6.769
Distretti "altri"		6.464	15.349*	15.908*	15.064*	13.975*	17.681**	15.697*	14.230*	15.021*
<i>Variabile di base: Moda*Δ Robot</i>										
SLL non distretti* Δ Robot			-8.751**	-9.250**	-10.869***	-10.395***	-10.951***	-9.660**	-9.835***	-10.271***
Distretti "altri" * Δ Robot			-8.861	-8.873	-8.317	-7.878	-9.275*	-8.406	-7.894	-8.260
Δ ICTL		0.167		0.051	0.153	0.196	0.238*	-0.012	-0.026	0.149
Δ Importazioni nette da est Europa		12.790***		13.988***	13.491***				11.424**	14.553***
Δ Importazioni nette da Asia						2.926				
Δ Importazioni da est Europa										
Δ Importazioni da Asia							6.498*	6.559*		
Quota manifattura al 1991								-35.801***	-29.366**	
Costante	-1.413	10.321	-7.910	-2.370	-1.747	-1.532	-10.873	4.008	7.696	-1.405
Interazione Settore - Δ Robot			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Senza outlier Dummy regionali		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Numero osservazioni	686	686	686	686	686	686	686	686	686	682

Tabella A4 – *Analisi delle determinanti della variazione degli addetti manifatturieri tra il 2001 e il 2011*

Variabile dipendente: Log Δ Addetti manifatturieri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ Robot	1.558***	1.629***	4.583	2.545	3.748	5.414*	4.078	4.241	3.843	5.059***
<i>Variabile di base: Moda</i>										
SLL non distretti		-4.050	6.953	-6.357	-0.690	6.786	0.174	1.098	-0.569	11.059**
Distretti "altri"		-2.339	14.457*	5.036	4.014	10.083	5.459	5.740	4.267	17.168***
Meccanica		0.013	17.208	10.269	8.493	15.067	9.090	9.336	9.150	-2.647
<i>Variabile di base: Moda*Δ Robot</i>										
SLL non distretti* Δ Robot			-3.016	-0.932	-2.070	-3.690	-2.173	-2.327	-1.983	-4.560***
Distretti "altri" * Δ Robot			-4.728	-3.091	-3.199	-4.362	-3.559	-3.778	-3.188	-5.608***
Meccanica* Δ Robot			-5.530	-4.400	-4.066	-5.286	-4.129	-4.283	-4.218	-2.529
Δ ICTL		0.412		0.236	0.417	0.527*	0.450	0.520	0.399	-0.128*
Δ Importazioni nette da est Europa		-1.506		-1.399	-1.590				-0.606	-0.895
Δ Importazioni nette da Asia		-3.288***		-3.199***	-3.217***				-2.976***	-1.249**
Δ Importazioni da est Europa						-0.204				
Δ Importazioni da Asia						-1.094*				
Δ Importazioni nette complessive							-2.916***	-3.094***		
Quota manifattura al 1991								7.203		
Costante	-29.287***	-9.592	-36.511***	-14.425*	-12.985	-23.132***	-14.884*	-16.836*	-14.642	23.306***
Interazione Settore - Δ Robot			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Senza outlier										✓
Dummy regionali		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Numero osservazioni	686	686	686	686	686	686	686	686	686	682
R quadro	0.022	0.125	0.028	0.056	0.127	0.116	0.126	0.126	0.129	0.265

p. value: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabella A5. – Descrizione delle variabili per tipo di SLL

Variabile	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
TIPOLOGIA DI SPECIALIZZAZIONE ISTAT:					
Sistemi senza specializzazione					
Variazione log. numero di addetti dal 1991 al 2011 (in centinaia)	220	19.82	27.22	-85.81	104.88
Variazione log. numero di addetti manifatturieri dal 1991 al 2011 (in centinaia)	220	-23.64	28.37	-136.08	74.25
Variazione esposizione alla robotizzazione dal 1991 al 2011	220	0.51	0.38	-0.13	3.11
Variazione importazioni nette dall'Est Europa 1991 al 2011 (in migliaia)	220	-0.02	0.11	-1.11	0.43
Variazione importazioni nette dall'Asia 1991 al 2011 (in migliaia)	220	0.40	0.26	0.07	1.42
Percentuale addetti nel settore pubblico al 1991 (in centinaia)	220	8.28	3.64	2.73	27.23
Variazione esposizione all'ICTS dal 1991 al 2011	220	2.09	0.98	1.42	12.60
Sistemi non manifatturieri					
Variazione log. numero di addetti dal 1991 al 2011 (in centinaia)	178	45.37	30.53	-44.44	180.46
Variazione log. numero di addetti manifatturieri dal 1991 al 2011 (in centinaia)	178	-36.43	33.71	-191.74	70.93
Variazione esposizione alla robotizzazione dal 1991 al 2011	178	0.65	0.59	-0.79	3.40
Variazione importazioni nette dall'Est Europa 1991 al 2011 (in migliaia)	178	-0.06	0.16	-0.85	0.76
Variazione importazioni nette dall'Asia 1991 al 2011 (in migliaia)	178	0.65	0.46	0.05	2.32
Percentuale addetti nel settore pubblico al 1991 (in centinaia)	178	5.65	2.79	1.84	18.29
Variazione esposizione all'ICTS dal 1991 al 2011	178	2.19	0.65	1.05	5.12
Sistemi del Made in Italy					
Variazione log. numero di addetti dal 1991 al 2011 (in centinaia)	232	25.33	27.71	-125.28	123.95
Variazione log. numero di addetti manifatturieri dal 1991 al 2011 (in centinaia)	232	-21.14	32.52	-150.95	147.52
Variazione esposizione alla robotizzazione dal 1991 al 2011	232	1.26	0.85	0.18	5.65
Variazione importazioni nette dall'Est Europa 1991 al 2011 (in migliaia)	232	-0.17	0.23	-1.05	0.48
Variazione importazioni nette dall'Asia 1991 al 2011 (in migliaia)	232	2.03	1.09	0.17	6.76
Percentuale addetti nel settore pubblico al 1991 (in centinaia)	232	3.52	2.04	1.09	12.16
Variazione esposizione all'ICTS dal 1991 al 2011	232	1.71	0.44	0.88	5.64
Sistemi della manifattura pesante					
Variazione log. numero di addetti dal 1991 al 2011 (in centinaia)	52	29.09	31.85	-51.56	87.90
Variazione log. numero di addetti manifatturieri dal 1991 al 2011 (in centinaia)	52	-27.28	37.77	-88.96	84.00
Variazione esposizione alla robotizzazione dal 1991 al 2011	52	2.22	2.04	-0.43	8.62
Variazione importazioni nette dall'Est Europa 1991 al 2011 (in migliaia)	52	-0.02	0.50	-1.16	1.44
Variazione importazioni nette dall'Asia 1991 al 2011 (in migliaia)	52	1.56	0.77	0.28	3.18
Percentuale addetti nel settore pubblico al 1991 (in centinaia)	52	3.80	2.05	1.04	10.30
Variazione esposizione all'ICTS dal 1991 al 2011	52	2.02	0.53	1.21	3.93
TIPOLOGIA DI SPECIALIZZAZIONE DISTRETTI:					
SLL non distretti					
Variazione log. numero di addetti dal 1991 al 2011 (in centinaia)	526	30.06	31.74	-125.28	180.46
Variazione log. numero di addetti manifatturieri dal 1991 al 2011 (in centinaia)	526	-27.96	33.30	-191.74	147.52
Variazione esposizione alla robotizzazione dal 1991 al 2011	526	0.78	0.92	-0.79	8.62
Variazione importazioni nette dall'Est Europa 1991 al 2011 (in migliaia)	526	-0.05	0.21	-1.11	1.44
Variazione importazioni nette dall'Asia 1991 al 2011 (in migliaia)	526	0.76	0.67	0.05	4.38
Percentuale addetti nel settore pubblico al 1991 (in centinaia)	526	6.38	3.50	1.04	27.23
Variazione esposizione all'ICTS dal 1991 al 2011	526	2.08	0.80	1.05	12.60
Distretti della Meccanica					
Variazione log. numero di addetti dal 1991 al 2011 (in centinaia)	38	20.87	26.59	-83.98	58.02
Variazione log. numero di addetti manifatturieri dal 1991 al 2011 (in centinaia)	38	-19.19	26.00	-88.44	85.63
Variazione esposizione alla robotizzazione dal 1991 al 2011	38	1.87	0.99	0.55	4.57
Variazione importazioni nette dall'Est Europa 1991 al 2011 (in migliaia)	38	-0.18	0.25	-0.73	0.32
Variazione importazioni nette dall'Asia 1991 al 2011 (in migliaia)	38	1.97	0.74	0.38	3.57
Percentuale addetti nel settore pubblico al 1991 (in centinaia)	38	2.66	1.19	1.32	6.40
Variazione esposizione all'ICTS dal 1991 al 2011	38	1.69	0.28	1.23	2.42
Distretti della Moda					
Variazione log. numero di addetti dal 1991 al 2011 (in centinaia)	65	30.69	25.86	-94.69	123.95
Variazione log. numero di addetti manifatturieri dal 1991 al 2011 (in centinaia)	65	-27.44	31.69	-150.56	101.16
Variazione esposizione alla robotizzazione dal 1991 al 2011	65	1.06	0.67	0.26	3.27
Variazione importazioni nette dall'Est Europa 1991 al 2011 (in migliaia)	65	-0.21	0.20	-0.65	0.28
Variazione importazioni nette dall'Asia 1991 al 2011 (in migliaia)	65	2.93	1.27	0.62	6.76
Percentuale addetti nel settore pubblico al 1991 (in centinaia)	65	3.30	2.08	1.09	10.34
Variazione esposizione all'ICTS dal 1991 al 2011	65	1.55	0.29	0.88	2.74
Distretti "ALTRI"					
Variazione log. numero di addetti dal 1991 al 2011 (in centinaia)	53	23.11	20.90	-40.08	71.83
Variazione log. numero di addetti manifatturieri dal 1991 al 2011 (in centinaia)	53	-14.85	27.19	-87.41	82.65
Variazione esposizione alla robotizzazione dal 1991 al 2011	53	1.57	1.06	0.46	6.73
Variazione importazioni nette dall'Est Europa 1991 al 2011 (in migliaia)	53	-0.15	0.29	-1.16	0.48
Variazione importazioni nette dall'Asia 1991 al 2011 (in migliaia)	53	1.74	0.67	0.33	3.04
Percentuale addetti nel settore pubblico al 1991 (in centinaia)	53	3.21	1.63	1.11	9.51
Variazione esposizione all'ICTS dal 1991 al 2011	53	1.69	0.34	1.00	2.63

APPENDICE 2. - La costruzione della base di dati

Di seguito si forniscono le informazioni essenziali sulle modalità di costruzione della base di dati utilizzata.

La base di dati è stata costruita raccordando i dati relativi ai Sistemi locali del lavoro (SLL) derivanti dai tre censimenti dell'Industria e dei Servizi ISTAT per il periodo 1991, 2001 e 2011 con i dati per lo stesso periodo, relativi agli investimenti in ICTS (di fonte EU-KLEMS), i dati relativi all'introduzione di robots (di fonte IFR) e i dati sul commercio internazionale di fonte WITS (*World Integrated Trade Solution*) curata dalla World Bank e, infine, i dati *Comtrade* dell'ONU. Per la gran parte dei paesi censiti i dati sui robot sono disponibili per il periodo 1993-2017.

La difficoltà maggiore nella costruzione di un archivio omogeneo e integrato ha riguardato la procedura di raccordo tra i dati relativi ai SLL nei diversi periodi. Infatti, nell'intervallo considerato, si è modificato sia l'insieme dei comuni che afferiscono ai SLL sia, assai più rilevante, la classificazione delle attività economiche.

Per quanto riguarda i SLL occorre precisare che i dati al 1991 erano già raccordati dall'ISTAT al 2001. Si è quindi proceduto all'estensione al 2011 prendendo come base i dati al 1991, con quindi 686 SLL. Il match tra il Censimento 1991-2001 e 2011 è stato effettuato utilizzando il codice PROCOM. Essendosi modificata la classificazione ATECO (1991-2008), si è partiti da un accorpamento delle osservazioni ad ATECO 3-digit, procedendo quindi a confronto puntuale e alla redistribuzione dei dati al 2011. Il *dataset* finale contiene quindi dati sull'occupazione per singola SLL e settore ATECO 2008 3-digit nel 1991, 2001 e 2011; la variazione degli *stock di robot* per ATECO 2008 3-digit (2001-1994/2011-2001/2011-1994); la variazione degli *investimenti in ICTS* per ATECO 2008 3digit (2001-1995/2011-2001/2011-1995); la *variazione delle importazioni ed esportazioni* per ATECO 2008 3-digit (2001-1994/2011-2001/2011-1994). La ripartizione dei SLL che discende dalle procedure adottate è quella indicata nella tabella che segue.

Tabella A6 – Ripartizione dei SLL ISTAT

Tipo di SLL	Specializzazione	Numerosità
Sistemi senza specializzazione	Comprende tutti gli SLL che non hanno una specializzazione specifica	220
Sistemi non manifatturieri	Comprende i sistemi urbani e altri sistemi non manifatturieri	178
Sistemi manifatturieri del made in Italy	Comprende i sistemi del tessile, delle pelli e dell'abbigliamento nonché altri sistemi del made in Italy	232
Sistemi della manifattura pesante	Manifattura pesante	56

Sia i robot, sia gli investimenti in ICTS sia i dati sul commercio internazionale sono aggregati a livello nazionale. Sono stati quindi ridistribuiti su ogni SLL al 1991 seguendo la formula di Dauth et al. (2017a) per le ragioni discusse in testo.

I dati e le note metodologiche sui SLL e sui distretti industriali che sono stati utilizzati in questo lavoro sono pubblicati sul sito ufficiale dell'ISTAT.